

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 296

Metodologia para o preenchimento de dados climáticos diários faltantes: uma aplicação para os municípios de Goiás a partir da base de dados de clima da Embrapa Arroz e Feijão

*Danillo Santana D'Afonseca
Alexandre Bryan Heinemann
Silvando Carlos da Silva
Alessandra da Cunha Moraes*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (0xx62) 3533 2110
Fax: (0xx62) 3533 2123
www.cnpaf.embrapa.br
cnpaf.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Roselene de Queiroz Chaves*
Secretário-Executivo: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Membros: *Ana Lúcia Delalibera de Faria*
Flávia Aparecida de Alcântara
Heloísa Célis Breseghello
Fábio Fernandes Nolêto
Luís Fernando Stone
Márcia Gonzaga de Castro Oliveira
Camilla Souza de Oliveira

Supervisor editorial: *Camilla Souza de Oliveira*
Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Tratamento de ilustrações: *Fabiano Severino*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

Versão online (2013)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Metodologia para o preenchimento de dados climáticos diários faltantes : uma aplicação para os municípios de Goiás a partir da base de dados de clima da Embrapa Arroz e Feijão / Danillo Santana D'Afonseca... [et al.]. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2013.
91 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 296)

1. Climatologia. 2. Zoneamento climático – Goiás. 3. Variação sazonal. I. D'Afonseca, Danillo Santana. II. Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

CDD 551.698173 (21. ed.)

© Embrapa 2013

Autores

Danillo Santana D´Afonseca

Graduando em Sistema de Informação, bolsista na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, danillosantana@cnpaf.embrapa.br

Alexandre Bryan Heinemann

Engenheiro agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, alexandre.heinemann@embrapa.br

Silvando Carlos da Silva

Engenheiro agrícola, Mestre em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, silvando.silva@embrapa.br

Alessandra da Cunha Moraes

Bacharel em Tecnologia em Geoprocessamento, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, alessandra.moraes@embrapa.br

Apresentação

Caracterização climática consiste em conhecer como os elementos que compõem o clima são fundamentais para definir estratégias agrícolas que minimizem os riscos climáticos. Essa caracterização climática pode ser feita por meio de diferentes ferramentas.

Dentre essas ferramentas estão os índices de seca, que quantificam a probabilidade de ocorrência de eventos secos/úmidos e também modelos que simulam o desenvolvimento, crescimento e produtividade de culturas.

Essas ferramentas têm em comum a necessidade de dados diários climáticos históricos. Para suprir essa necessidade é importante que a Embrapa Arroz e Feijão tenha uma base de dados climáticos consistente da região produtora de arroz de terras altas.

Esse estudo ilustra a metodologia utilizada para preencher uma série histórica de dados diários climáticos de precipitação, temperatura máxima e mínima do ar e radiação solar global de diferentes municípios do Estado de Goiás.

Os Autores

Sumário

Introdução	9
Metodologia	10
Processo de Análise de Dados Climáticos.....	11
Verificação da Consistência dos Dados Climáticos Observados	11
Processo de Preenchimento de Dados Nulos.....	11
Resultados	12
Referências	51

Metodologia para o preenchimento de dados climáticos diários faltantes: uma aplicação para os municípios de Goiás a partir da base de dados de clima da Embrapa Arroz e Feijão

*Danillo Santana D'Afonseca
Alexandre Bryan Heinemann
Silvando Carlos da Silva
Alessandra da Cunha Moraes*

Introdução

O conhecimento das condições climáticas é importante para o planejamento agrícola, permitindo definir estratégias de plantio e manejo que minimizem os riscos da variabilidade climática. Para isso é fundamental possuir uma base de dados diários de clima proveniente de diferentes localidades. Essa base de dados climática irá permitir a caracterização climática, que consiste em conhecer como os elementos climáticos variam no espaço e no tempo, e como eles afetam o crescimento, o desenvolvimento, a produtividade e a incidência de pragas e doenças nas culturas. Além disso, irá permitir a utilização de ferramentas que usam dados climáticos como dados de entrada. Dentre essas ferramentas, destacam-se os índices de seca: severidade de seca de Palmer (PDSI); Z de Palmer (Z index); índice de anomalia de chuva (RAI) e o padronizado de precipitação (SPI) (FERNANDES et al., 2010, 2012; FERNANDES e HEINEMANN, 2011) e modelos de simulação do desenvolvimento, crescimento e produtividade de culturas (HEINEMANN et al., 2008, 2009; HEINEMANN, 2010; LORENÇONI et al., 2010). Essas ferramentas são importantes para dar suporte à tomada de decisões referente aos programas de melhoramento vegetal. Apesar dessas bases de dados diários de clima já existirem, as mesmas apresentam períodos nos quais as informações não foram coletadas. Assim, o objetivo geral desse estudo foi documentar a metodologia

utilizada para elaborar a base de dados climáticos (1980 a 2012 - 32 anos) da Embrapa Arroz e Feijão. Os objetivos específicos foram: a) descrever a organização dos dados climáticos em uma base de dados; b) analisar a consistência dos mesmos; e c) estimar os dados climáticos de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar e radiação solar para preencher os períodos faltantes, com o intuito de ter uma série de 32 anos de dados diários para os municípios de Goiás.

Metodologia

Nesse estudo foram utilizados dados climáticos diários de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar e radiação solar global provenientes do portal AGRITEMPO (BRASIL, 2012) de diferentes municípios do Estado de Goiás. Esses dados climáticos foram incluídos em uma base de dados gerenciada pelo SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de dados) MySQL. A Figura 1 ilustra a localização geográfica das estações climáticas no Estado de Goiás.



Figura 1. Localização geográfica das estações meteorológicas de diferentes municípios de Goiás.

Processo de Análise de Dados Climáticos

Verificação da Consistência dos Dados Climáticos Observados

A consistência dos dados climáticos foi efetuada por meio de pesquisa na base de dados para verificar a existência de valores que estão fora dos critérios estabelecidos abaixo:

- a) temperatura máxima do ar maior que temperatura mínima do ar;
- b) valores positivos de precipitação pluvial;
- c) temperatura máxima do ar maior ou igual a 18 °C e menor ou igual a 35 °C;
- d) temperatura mínima maior ou igual a 5 °C;
- e) precipitação pluvial diária menor que 130 mm.

Os valores das variáveis climáticas fora dos critérios adotados acima foram considerados como nulos e substituídos por -99.

Processo de Preenchimento de Dados Nulos

Para estimar os dados diários de precipitação pluvial, temperatura máxima e temperatura mínima do ar, com a finalidade de preencher os dados nulos, utilizou-se o pacote do programa R denominado RMAWGEN (R Multi-site Auto-regressive Weather Generator), versão 1.2.2. Esse pacote implementa ferramentas que utilizam modelos autorregressivos vetoriais (MAVs). Esses modelos são calibrados para estimar dados diários por meio de séries temporais “Gaussinizadas” (CORDANO; ECCEL, 2012). Deve-se salientar que esse método foi selecionado devido à possibilidade de automatizar o processo de estimativa das variáveis climáticas e a substituição dos dados climáticos faltantes na base de dados. Para estimar os dados diários de radiação solar global utilizou-se o programa WGEN. Trata-se de um modelo numérico, que produz séries temporais diárias para um conjunto de variáveis climáticas, que vem sendo utilizado na construção de séries climáticas temporais sintéticas por meio de propriedades estatísticas (SEMENOV et al., 1998).

Os dados climáticos estimados foram utilizados para substituir os dados nulos nas séries temporais observadas e as mesmas foram reinseridas

na base de dados. Para possibilitar o rastreamento, na base de dados, das variáveis climáticas estimadas ou observadas, foram criados quatro novos campos denominados Pflag, Tmaxflag, Tminflag e Radflag. Esses campos foram fixados como caracteres e preenchidos com E ou O, sendo E para dados estimados e O para dados observados. Isso possibilita na base de dados climáticos selecionar somente as variáveis climáticas observadas ou estimadas e no futuro aplicar métodos de estimativas de variáveis climáticas desenvolvidos para condições climáticas tropicais.

Neste estudo, as variáveis climáticas foram estimadas com o intuito de substituir na base de dados climáticos da Embrapa Arroz e Feijão as variáveis faltantes. Devido à complexidade de estimar variáveis climáticas em ambientes tropicais, principalmente a variável precipitação pluvial, e também de quantificar estatisticamente a eficiência do método utilizado, optou-se por comparar por meio da distribuição de probabilidade acumulada (DPA) das variáveis climáticas observadas com o conjunto de dados climáticos composto pelas variáveis climáticas observadas e estimadas. Para a temperatura máxima e mínima do ar, os valores observados e estimados foram comparados por meio de gráficos de percentis. A complexidade estatística na comparação dos dados consiste no fato de que as amostras de dados observados e o conjunto de dados estimados e observados não podem ser considerados independentes. No ANEXO 1 estão ilustradas as séries históricas climáticas diárias composta pelo conjunto de dados climáticos observados e estimados para a temperatura do ar máxima, mínima, precipitação pluvial, radiação solar global e radiação solar no topo da atmosfera. No ANEXO 2 estão ilustrados a variabilidade da precipitação pluvial anual para os diferentes municípios do Estado de Goiás.

Resultados

A comparação entre os dados climáticos observados de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar e o

conjunto de dados composto por dados observados e os dados estimados pelo pacote RMAWGEN, para suprir os dados faltantes das estações de Bom Jesus de Goiás, Varjão, Paraúna, Catalão, Cristalina, Santo Antônio de Goiás, Goiânia, Aragarças, Formosa, Ipameri, Jataí, Pirenópolis, Posse, Rio Verde, Faína, Luziânia, Porangatu, Goiás, Caiapônia, Monte Alegre de Goiás, Anápolis, Aruanã, Caldas Novas, Itumbiara, Morrinhos e Quirinópolis está ilustrada nas Figuras 2 a 27. As Figuras 28 a 34 ilustram a comparação dos percentis e medianas dos valores de temperaturas máximas e mínimas do ar observadas e simuladas. Para a maioria dos casos, os valores estimados apresentaram menor variabilidade comparada aos valores observados. A mediana estimada foi semelhante à mediana observada.

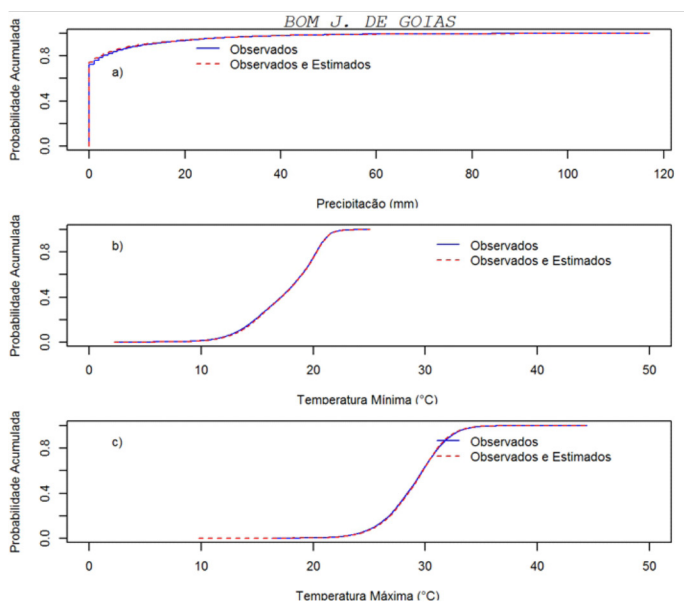


Figura 2. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Bom Jesus de Goiás.

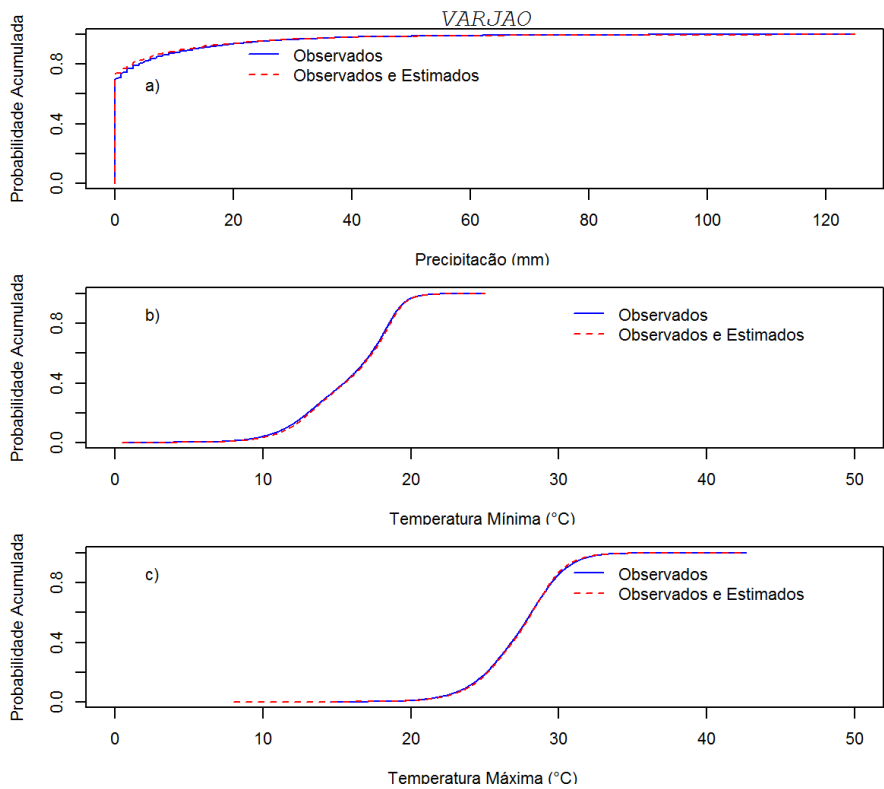


Figura 3. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Varjão.

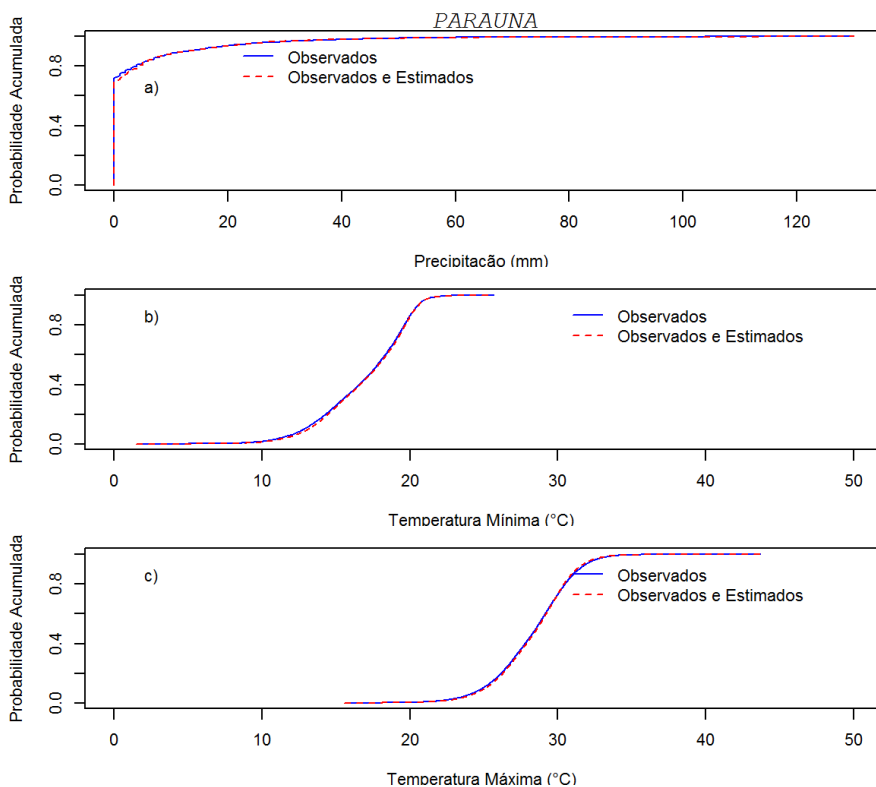


Figura 4. Probabilidade da distribuição acumulada PDA para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Paraúna.

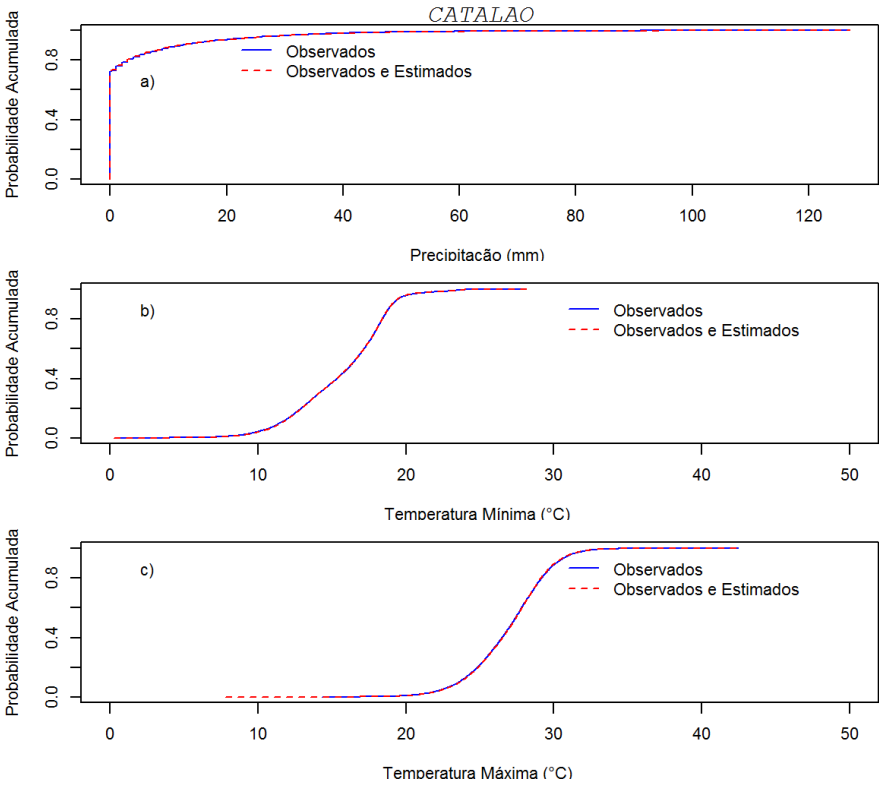


Figura 5. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Catalão.

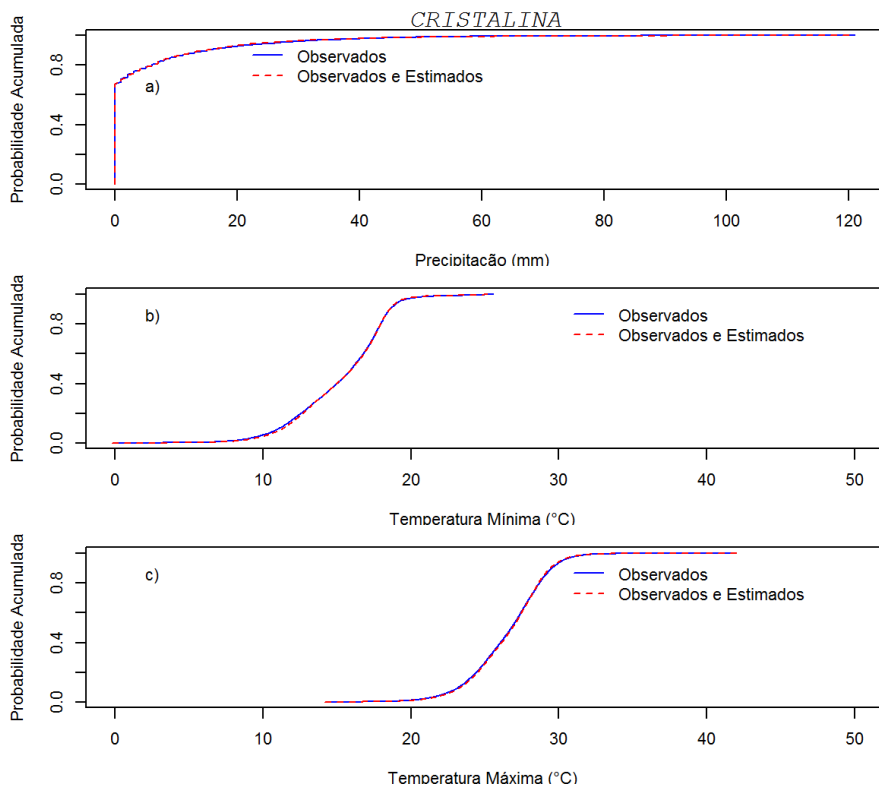


Figura 6. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Cristalina.

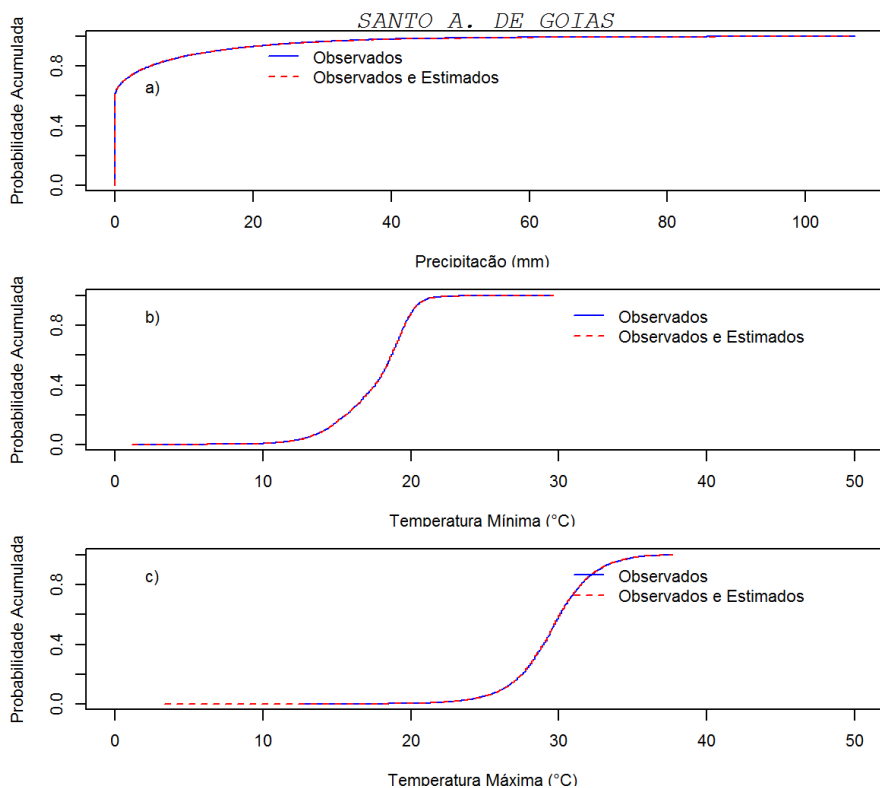


Figura 7. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Santo Antônio de Goiás.

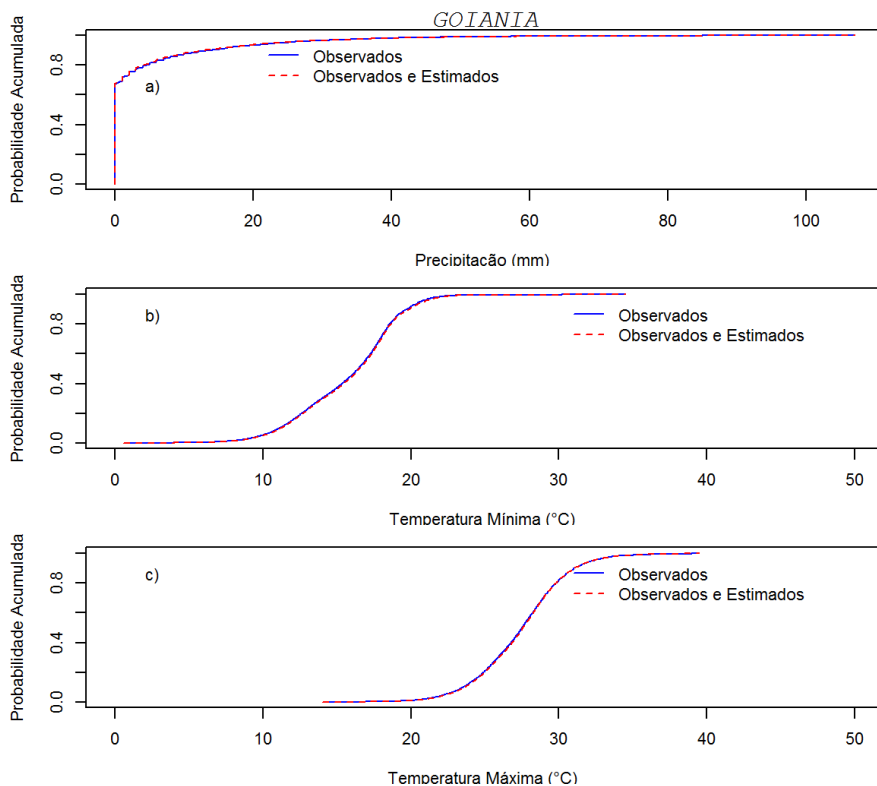


Figura 8. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Goiânia.

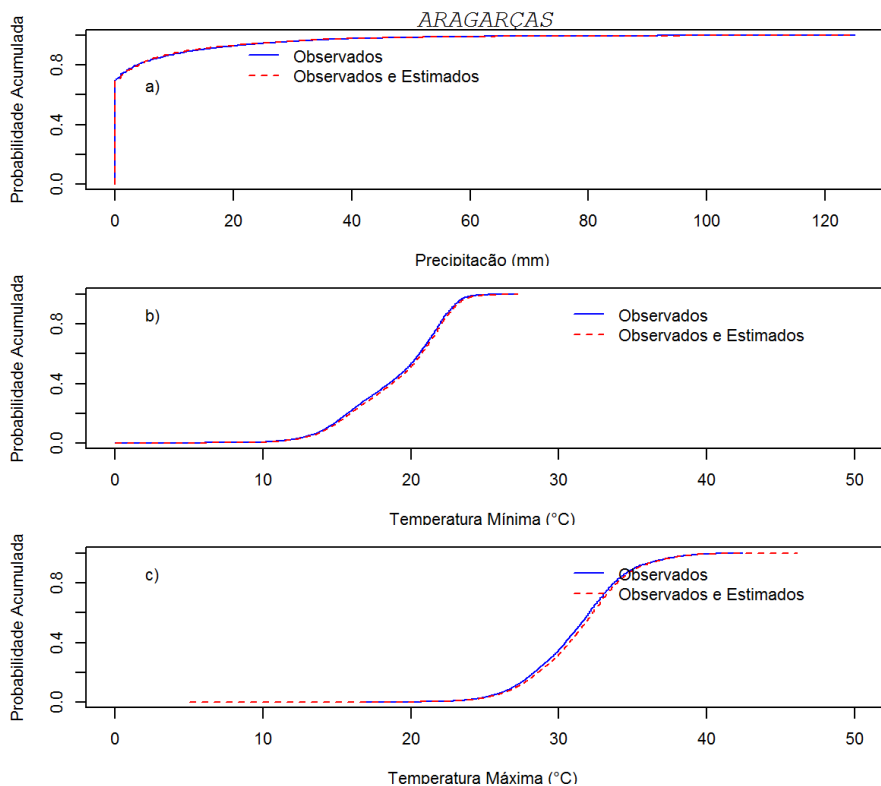


Figura 9. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Aragarças.

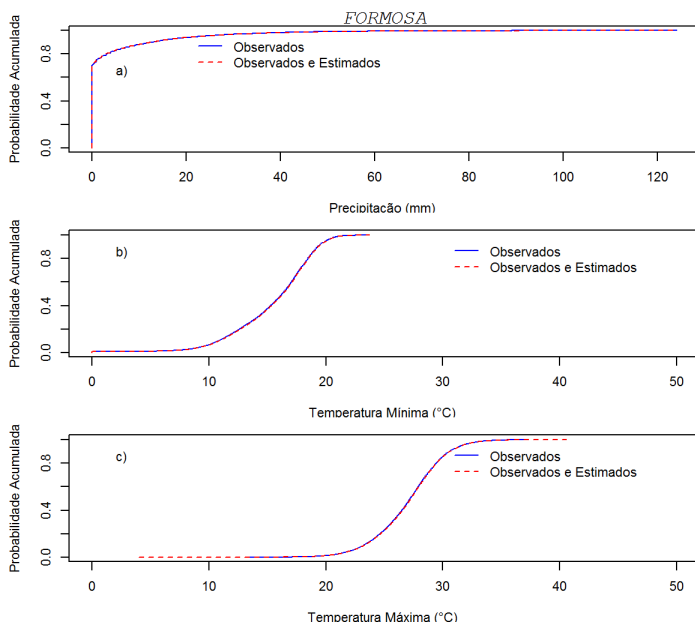


Figura 10. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Formosa.

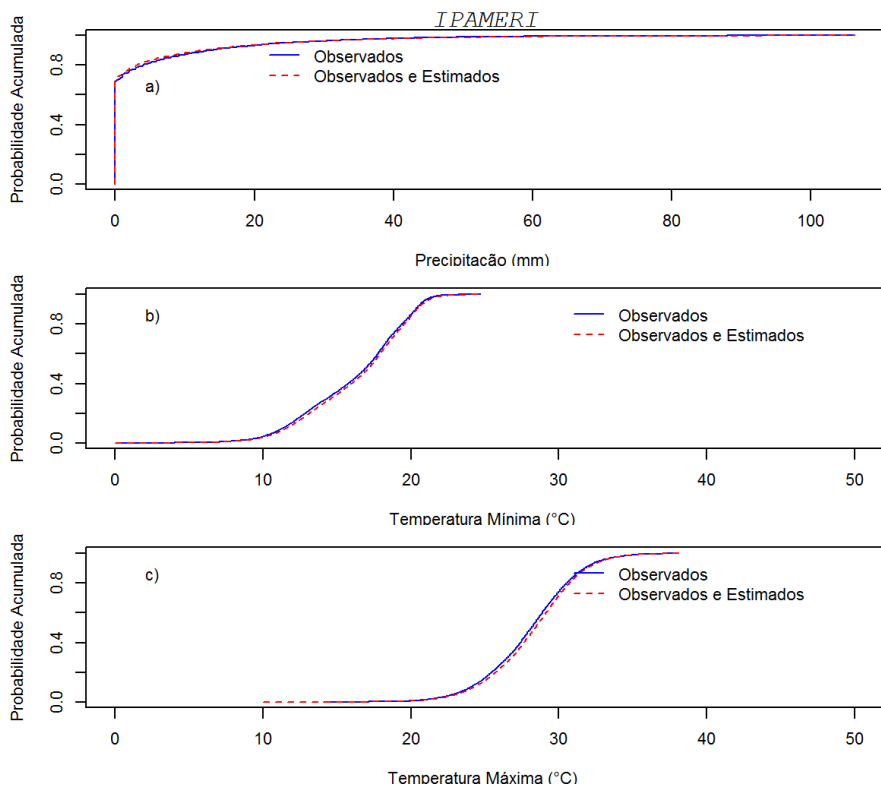


Figura 11. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Ipameri.

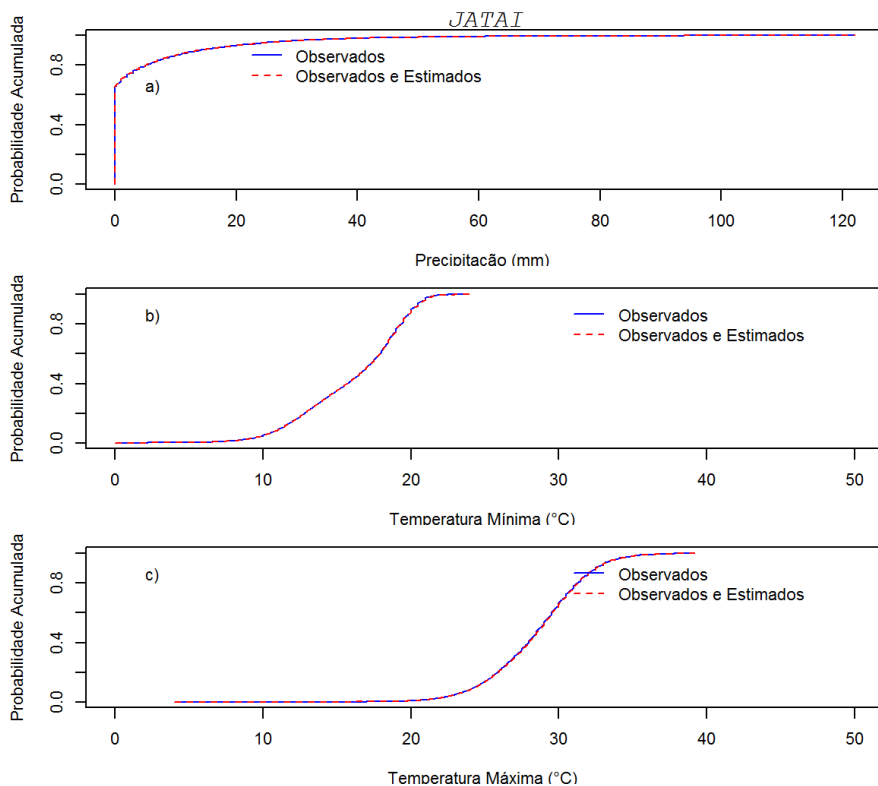


Figura 12. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Jataí.

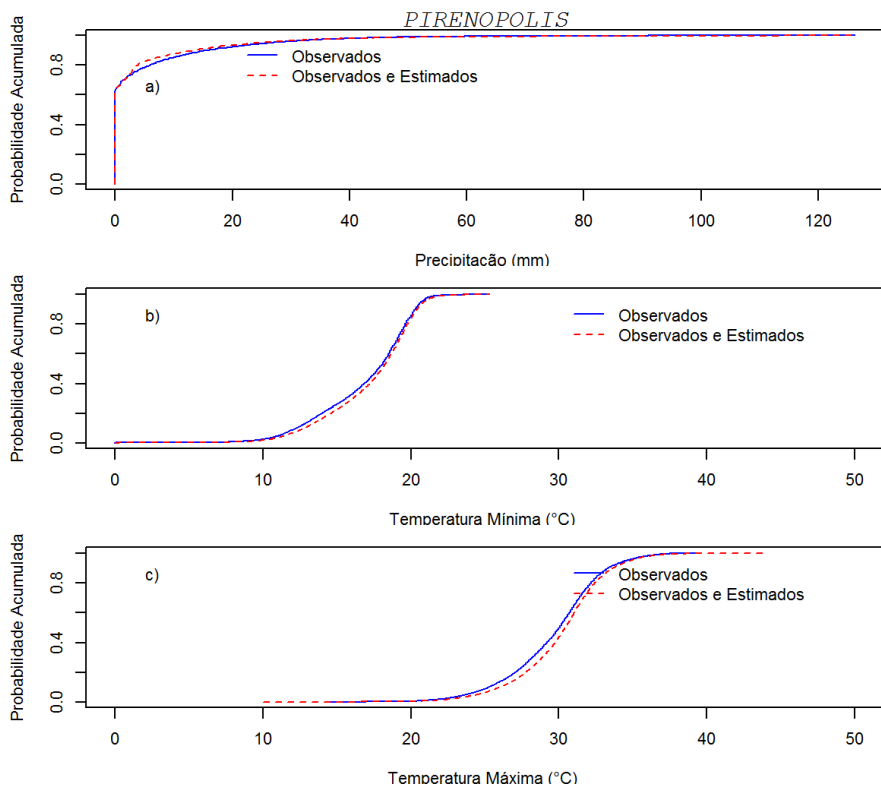


Figura 13. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Pirenópolis.

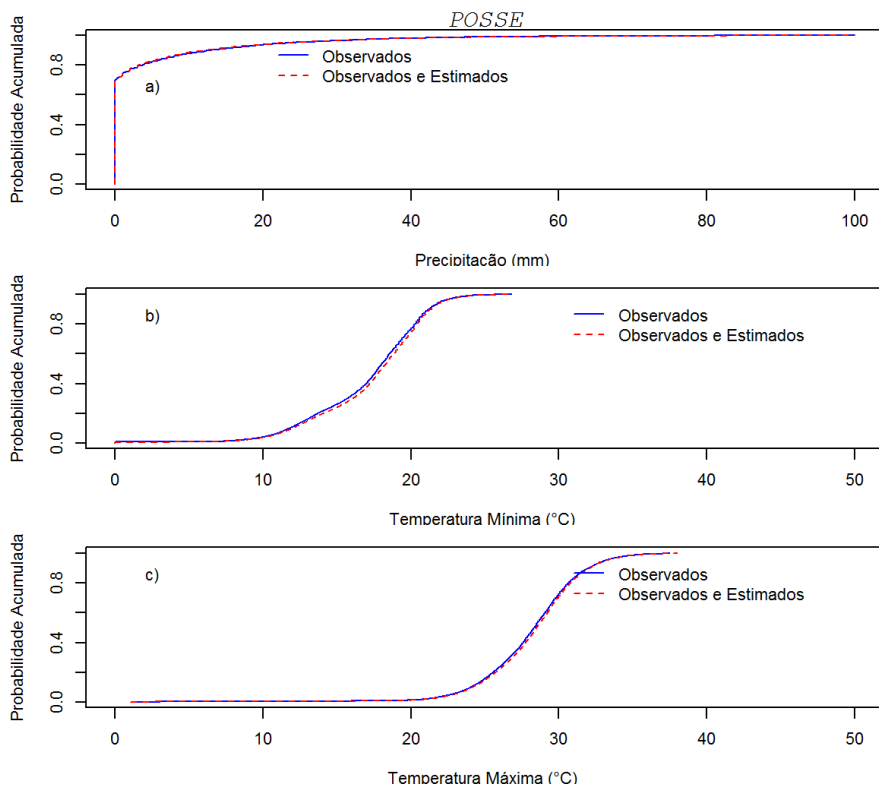


Figura 14. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Posse.

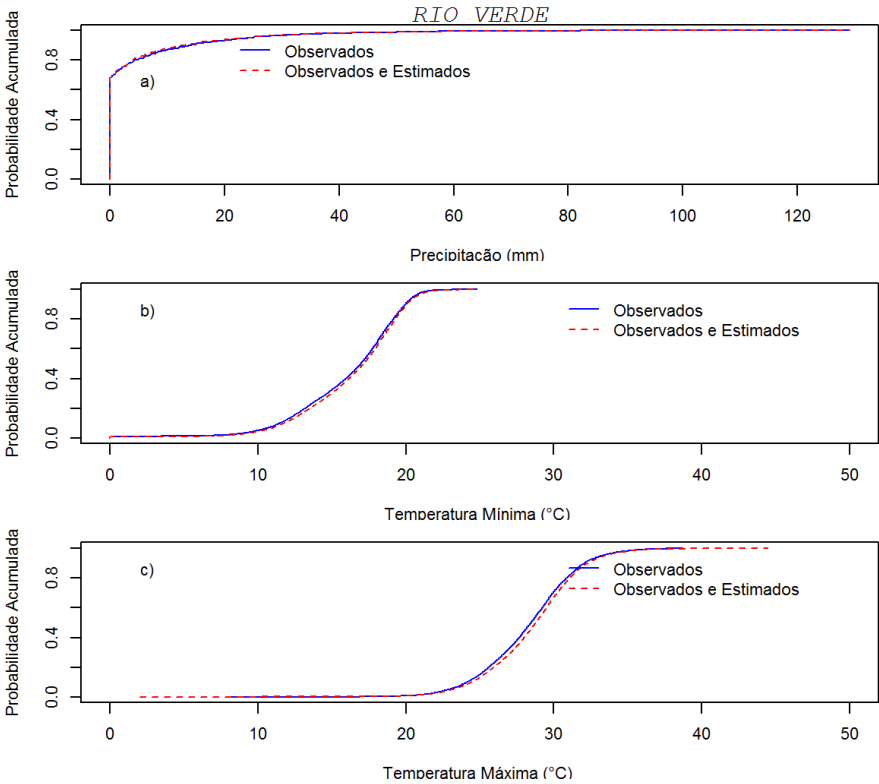


Figura 15. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Rio Verde.

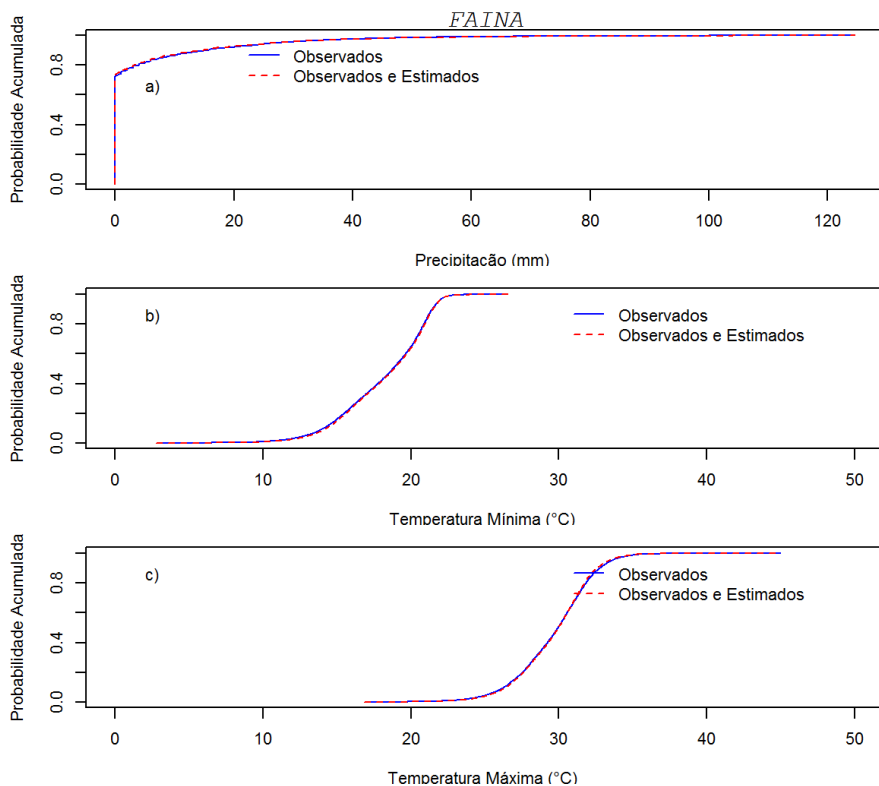


Figura 16. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Faina.

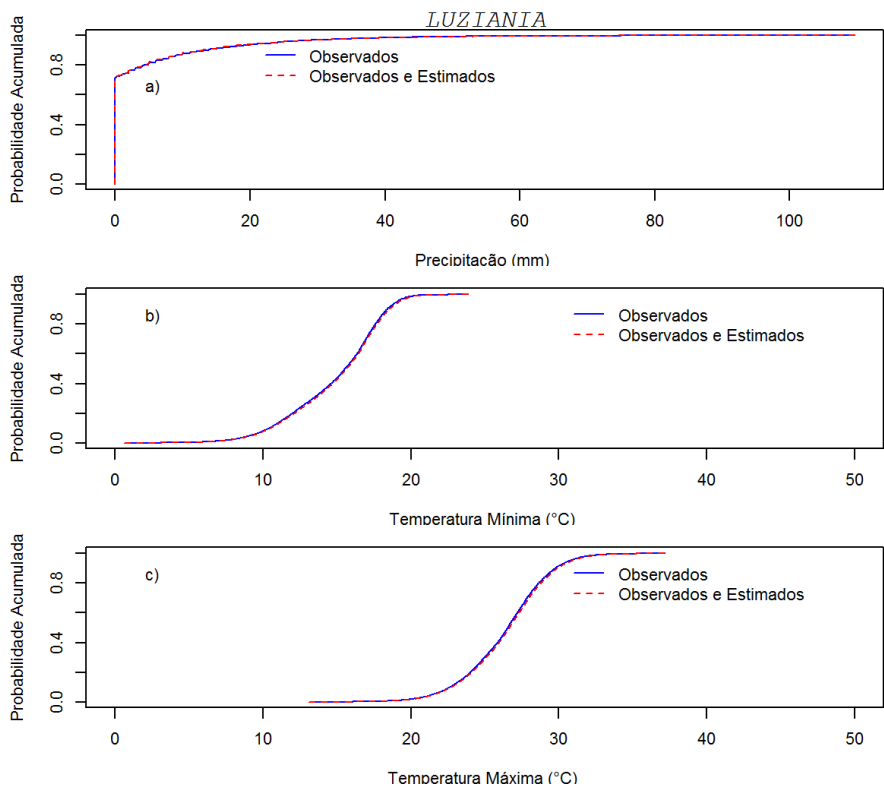


Figura 17. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Luziânia.

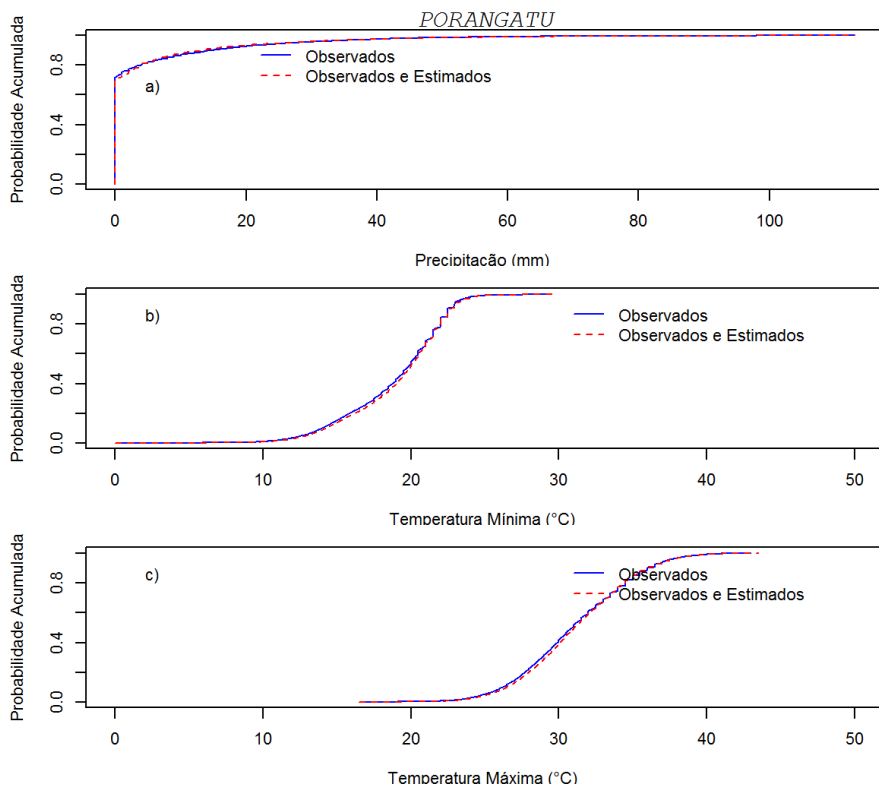


Figura 18. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Porangatu.

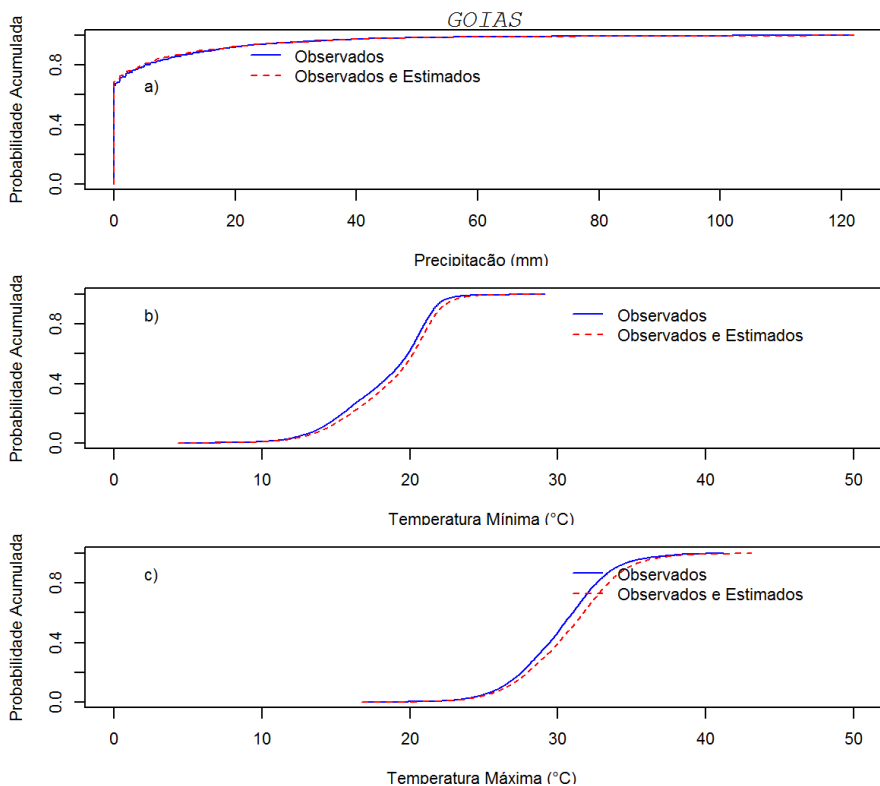


Figura 19. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Goiás.

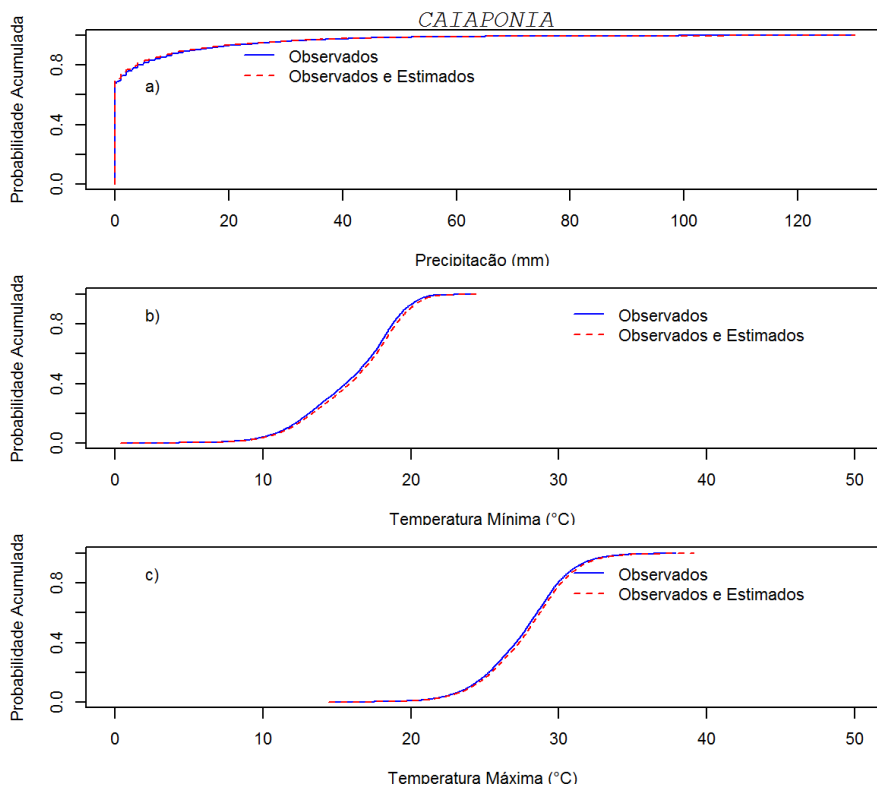


Figura 20. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Caiapônia.

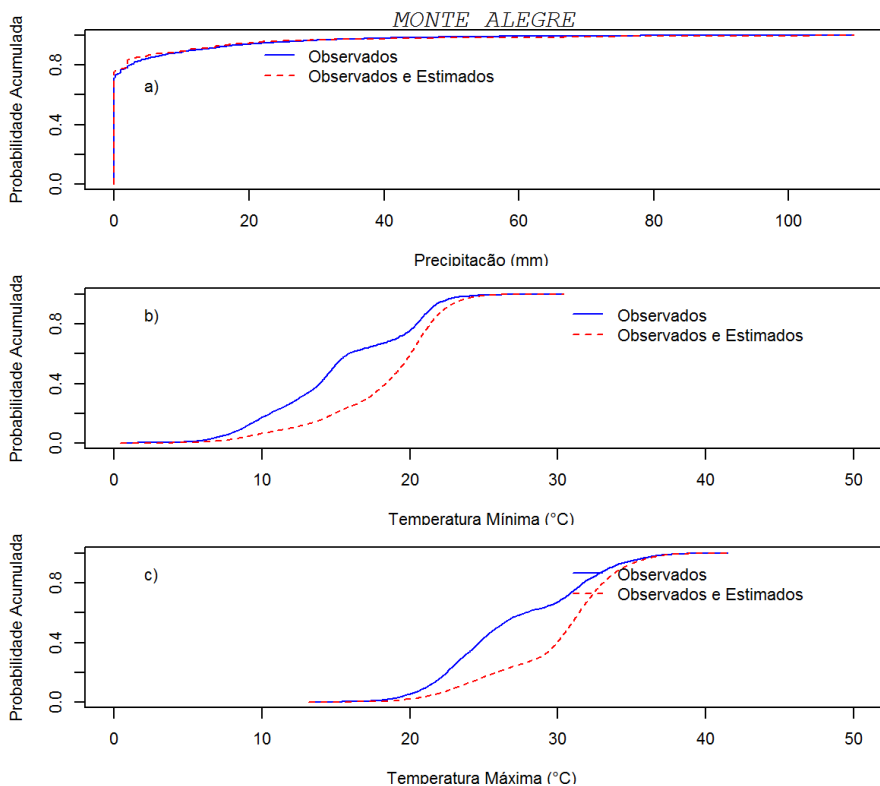


Figura 21. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Monte Alegre.

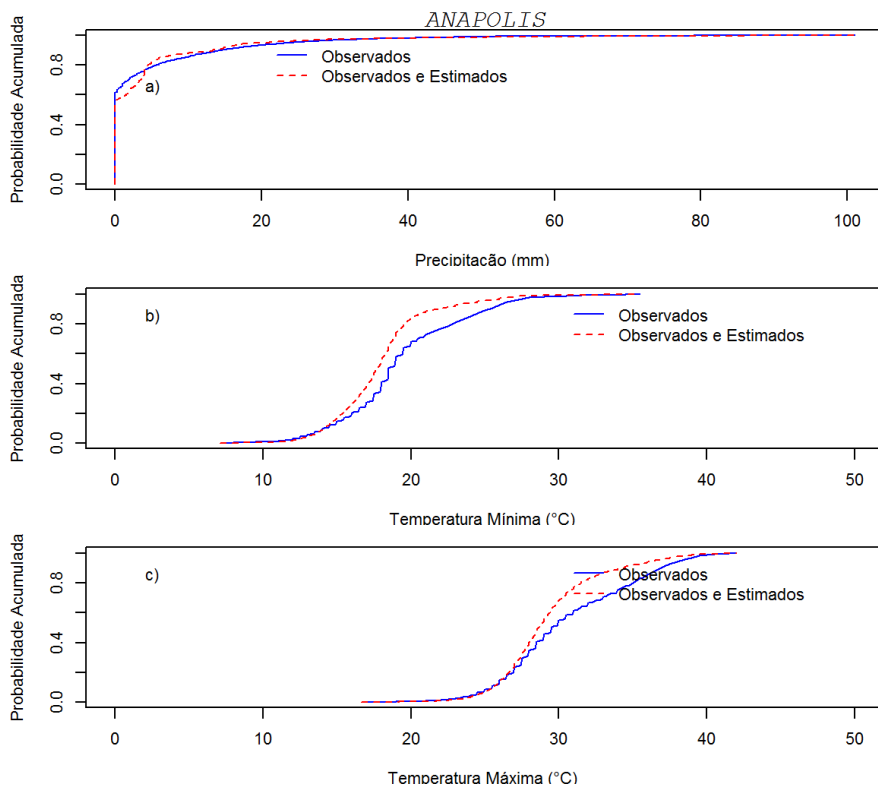


Figura 22. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Anápolis.

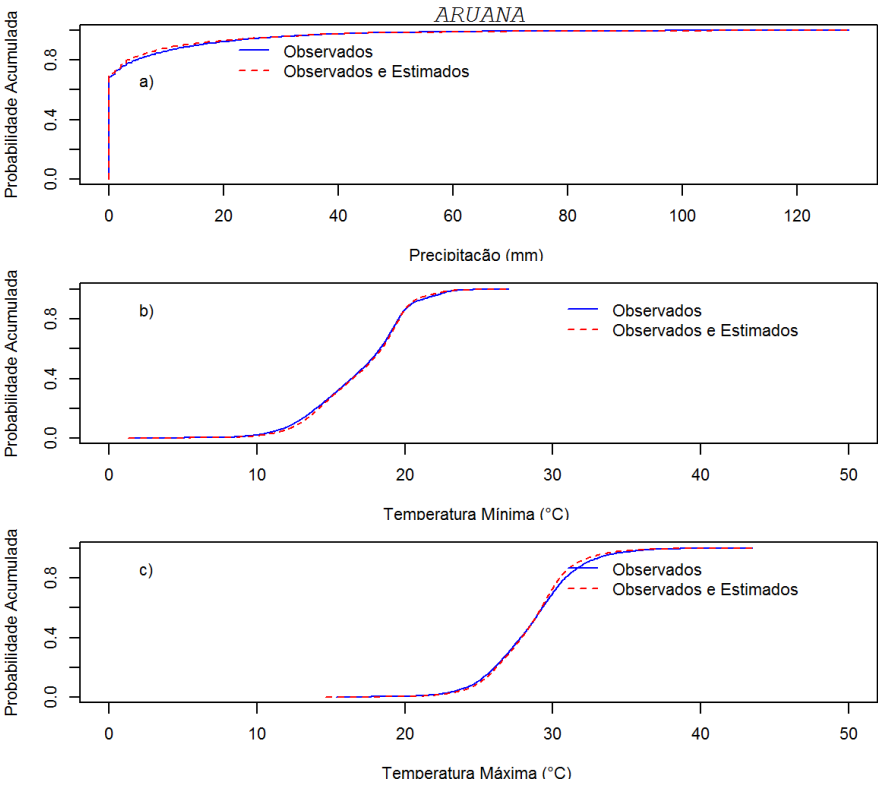


Figura 23. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Aruanã.

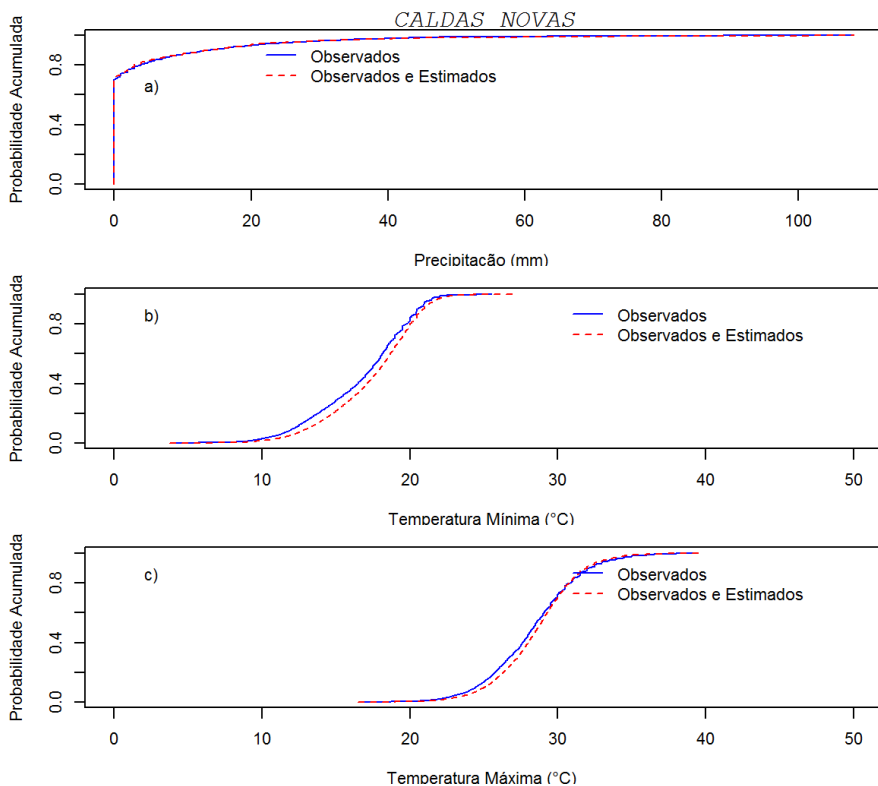


Figura 24. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Caldas Novas.

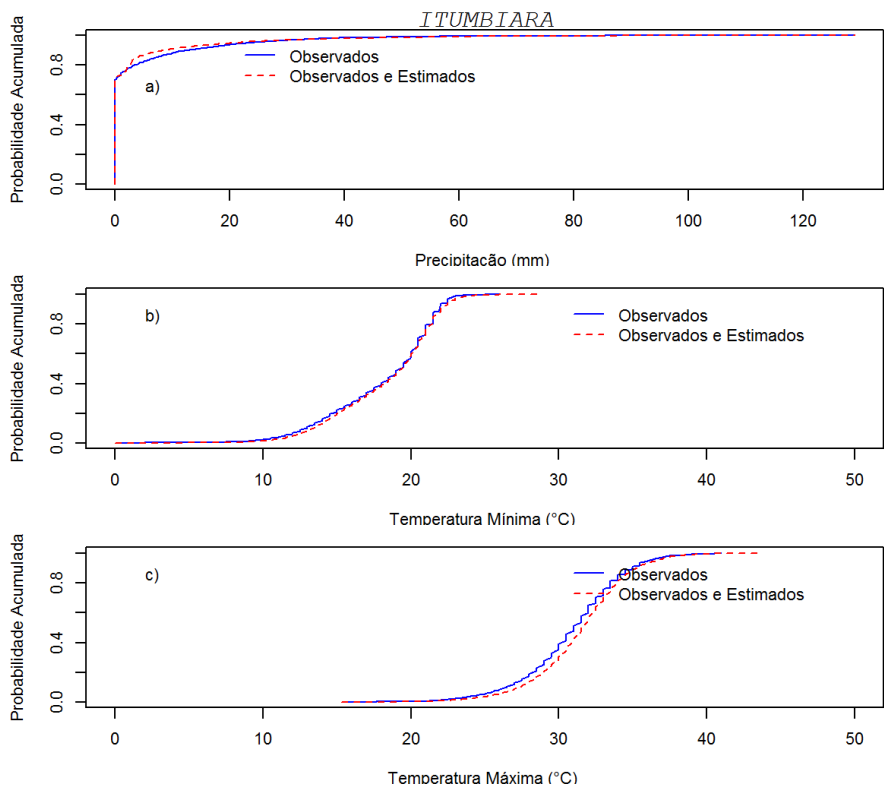


Figura 25. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Itumbiara.

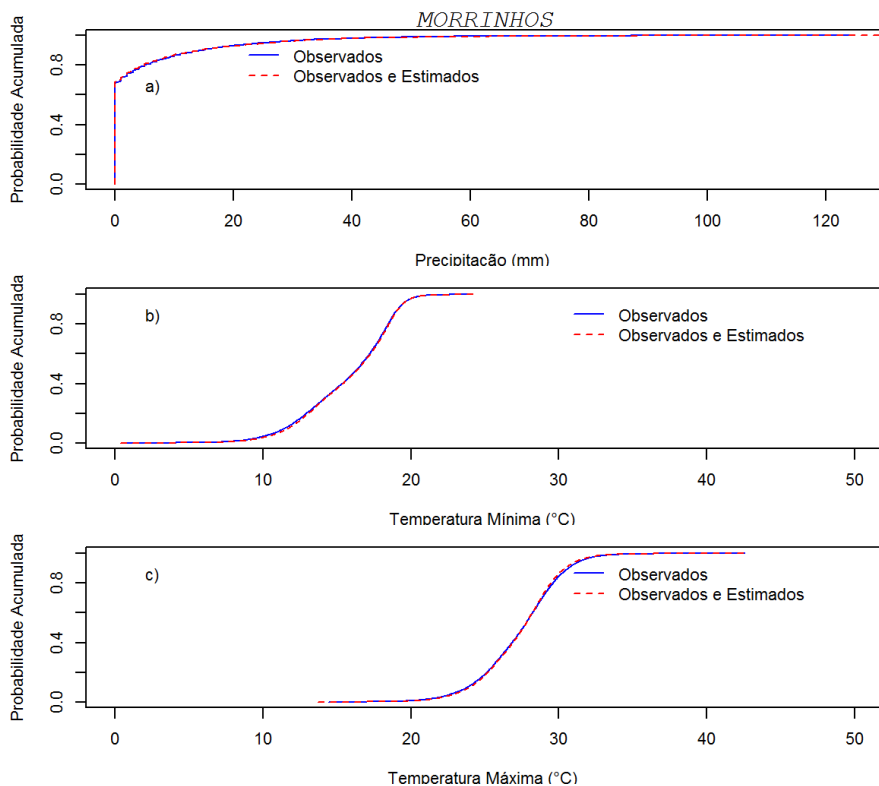


Figura 26. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Morrinhos.

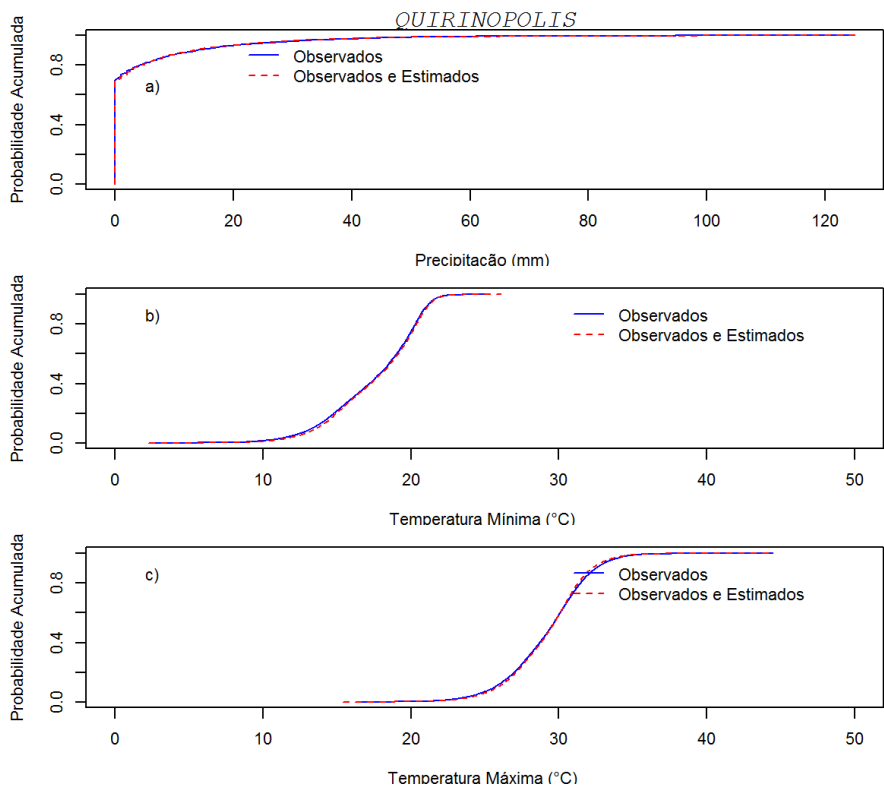


Figura 27. Probabilidade da distribuição acumulada (PDA) para os dados observados e o conjunto de dados estimados e observados para a) precipitação pluvial; b) temperatura máxima do ar; e c) temperatura mínima do ar para a localidade de Quirinópolis.

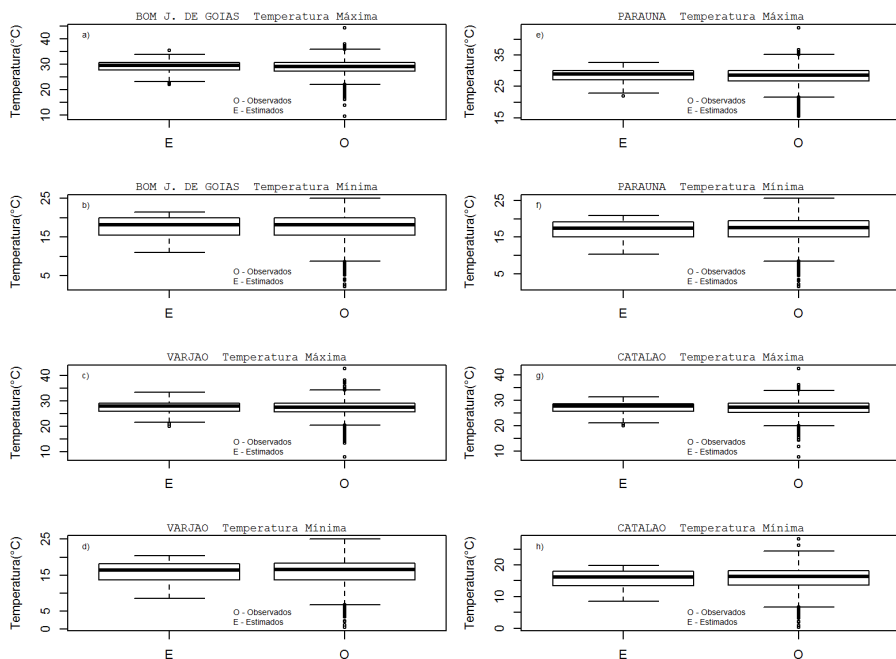


Figura 28. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Bom Jesus de Goiás, c) e d) Varjão, e) e f) Paraúna e g) e h) Catalão. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

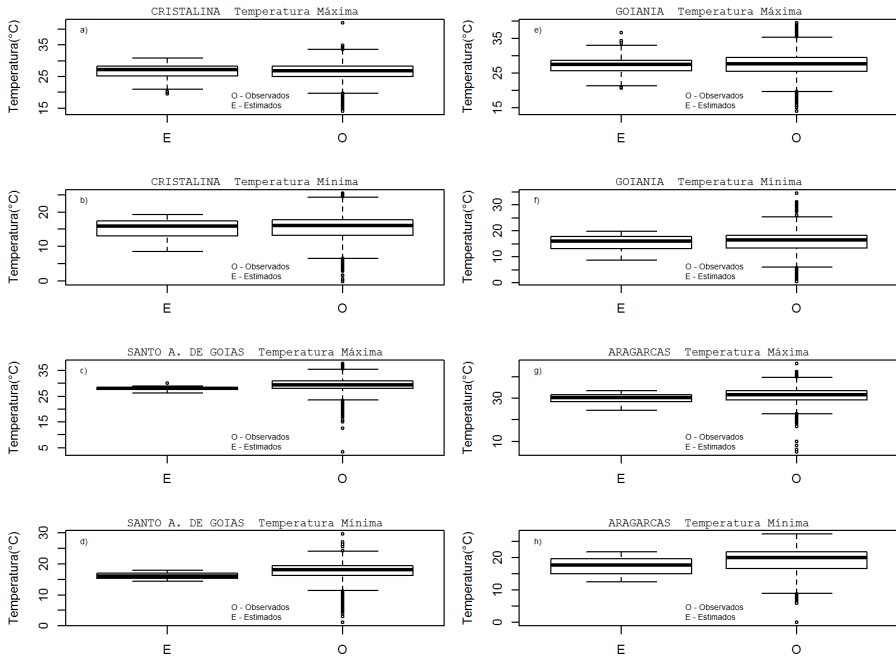


Figura 29. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Cristalina, c) e d) Santo Antônio de Goiás, e) e f) Goiânia e g) e h) Aragarças. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

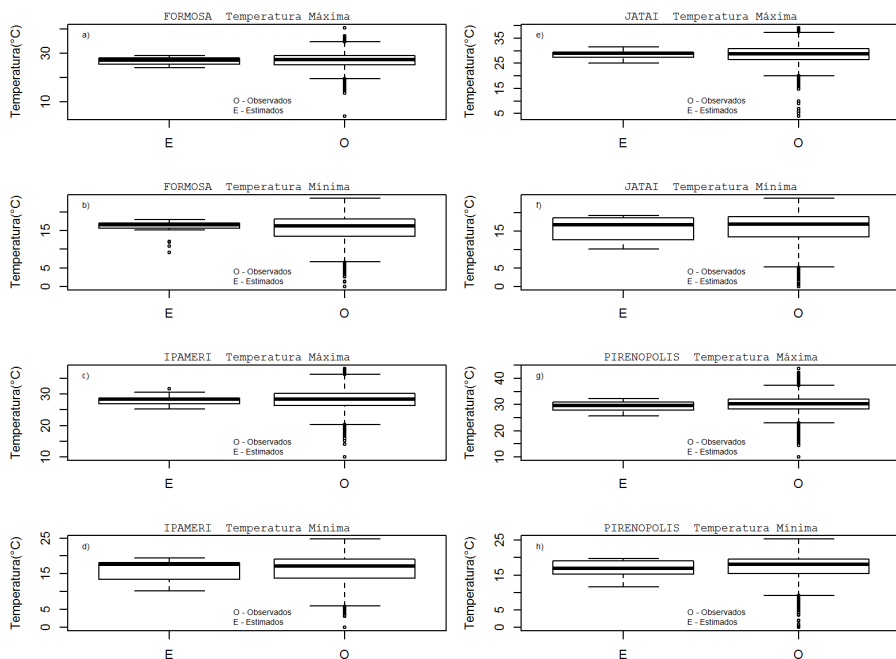


Figura 30. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Formosa, c) e d) Ipameri, e) e f) Jataí e g) e h) Pirenópolis. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

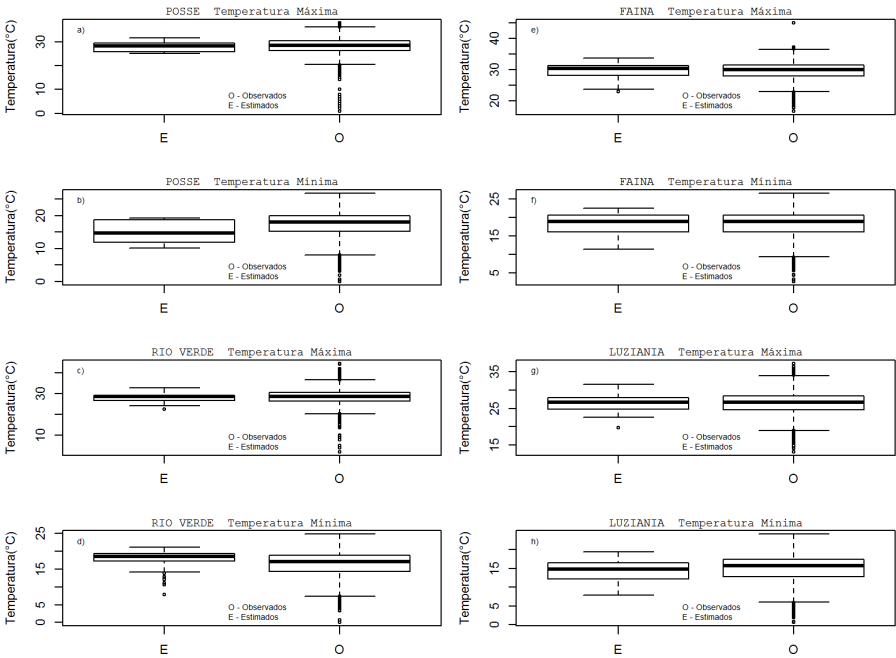


Figura 31. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Posse, c) e d) Rio Verde, e) e f) Faina e g) e h) Luziânia. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

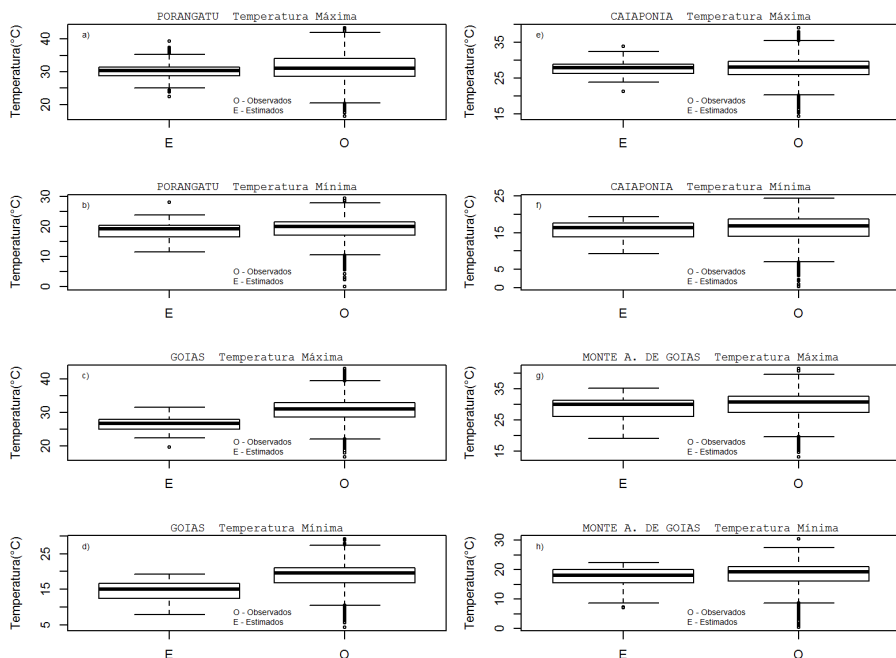


Figura 32. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Porangatu, c) e d) Goiás, e) e f) Caiapônia e g) e h) Monte Alegre de Goiás. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

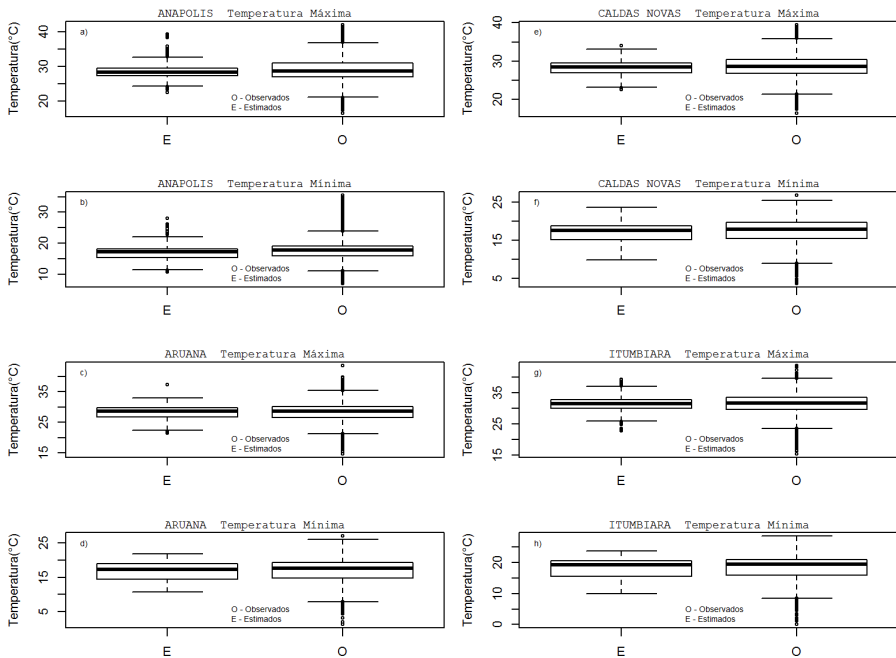


Figura 33. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Anápolis, c) e d) Aruanã, e) e f) Caldas Novas e g) e h) Itumbiara. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

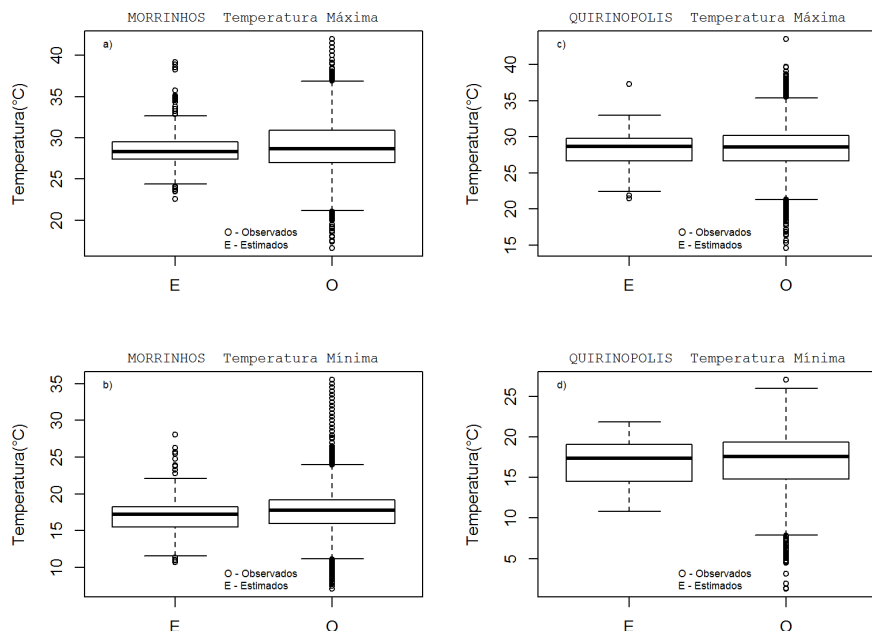


Figura 34. Comparação entre percentis e mediana para os dados diários observados (O) e estimados (E) para temperatura máxima e mínima para as estações climáticas de a) e b) Morrinhos, c) e d) Quirinópolis. As linhas na extremidade representam os percentis de 25 e 75. A linha horizontal representa a mediana e os círculos fora das linhas extremas representam pontos extremos.

As Tabelas 1, 2, 3 e 4 descrevem os valores médios mensais para a precipitação, temperatura máxima e mínima do ar e radiação solar global, considerando o conjunto de dados diários observados e estimados, para os municípios do Estado de Goiás.

Tabela 1. Precipitação pluvial média mensal (mm) para diferentes municípios do Estado de Goiás.

<i>Municípios</i>	<i>Mês</i>												<i>Número de dados</i>	
	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Maio</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Observados</i>	<i>Estimados</i>
Bom Jesus de Goiás	250,3	157,1	181,3	84,9	30,9	16,7	9,3	18,8	40,9	105,6	182,1	185,7	10580	1474
Varjão	246,8	181,0	195,5	82,2	28,3	18,2	14,4	22,9	64,7	101,7	155,6	208,6	9607	2447
Paraúna	276,2	180,5	173,6	102,5	34,2	28,4	10,0	14,9	64,0	113,9	187,5	253,0	9277	2777
Catalão	259,8	164,5	187,9	79,9	25,8	18,9	13,7	14,7	39,0	103,5	182,3	251,2	10952	1102
Cristalina	254,6	217,1	248,6	105,1	22,5	9,3	11,8	18,8	37,9	127,8	227,8	295,9	9450	2604
Santo A. de Goiás	233,9	199,9	235,0	109,6	31,4	13,0	8,5	17,7	56,4	159,9	204,8	256,5	11671	383
Goiânia	228,7	201,1	215,8	100,7	25,4	10,8	7,9	18,4	43,3	136,3	187,2	228,5	11116	938
Aragarças	302,9	203,4	222,2	69,0	20,2	6,7	6,8	12,3	37,3	115,0	190,9	266,0	10569	1485
Formosa	227,0	190,6	190,5	87,0	18,7	7,6	4,4	8,3	28,6	110,9	201,1	250,6	11674	380
Ipameri	267,4	173,7	191,4	74,7	31,8	18,7	10,4	25,3	48,5	106,6	170,4	275,9	10214	1840
Jataí	248,6	219,7	230,2	104,0	58,2	15,8	7,0	22,2	58,8	125,3	175,9	249,7	11677	377
Pirenópolis	250,0	248,2	206,0	109,3	26,3	15,1	24,1	20,3	49,7	122,4	206,9	243,0	8024	4030
Posse	209,0	190,9	215,3	89,8	22,4	5,8	1,6	12,8	19,9	116,2	201,9	259,1	10942	1112
Rio Verde	231,3	180,7	227,1	95,6	35,7	17,0	14,2	19,5	37,8	108,6	184,7	235,5	10192	1862
Faina	270,7	217,2	204,5	101,1	17,5	31,7	14,7	19,1	49,1	131,5	189,4	271,7	9638	2416
Luziânia	226,1	185,6	190,4	87,2	32,7	6,7	13,5	27,2	32,8	94,9	209,4	227,2	11290	764
Porangatu	256,1	207,6	237,3	104,2	25,5	4,7	22,7	16,8	41,3	109,4	191,0	294,8	9870	2184
Goiás	324,2	226,5	196,3	88,9	41,0	42,1	40,0	19,5	51,0	125,6	186,2	311,7	8453	3601
Caiapônia	229,2	242,0	212,4	83,2	29,7	19,1	5,3	11,0	42,5	124,3	183,2	264,9	10658	1396
Monte Alegre de Goiás	230,1	147,3	126,3	100,3	19,3	38,7	34,7	45,0	48,0	90,0	182,8	196,4	4416	7638
Anápolis	228,0	211,5	211,2	106,9	25,8	44,5	9,3	21,8	55,4	125,6	202,7	257,9	4354	7700
Aruanã	289,1	218,0	219,5	71,0	30,7	39,3	27,3	12,1	58,8	127,1	150,5	248,7	8096	3958
Caldas Novas	266,5	179,3	195,4	80,1	31,9	44,4	17,8	33,3	73,6	116,2	168,7	255,3	6566	5488
Itumbiara	220,3	162,6	141,2	60,4	41,2	39,9	13,4	18,2	54,6	84,3	151,9	201,0	6371	5683
Morrinhos	270,9	204,3	192,0	87,3	46,0	28,9	16,7	20,2	59,5	120,7	196,6	285,4	9680	2374
Quirinópolis	292,5	209,0	179,5	81,1	33,5	25,7	10,4	19,1	64,7	111,8	187,9	269,8	9314	2740
Médias	253,5	196,9	201,0	90,2	30,3	21,8	14,2	19,6	48,4	116,0	186,9	251,7		

*Obs. – número de dados observados; #Est. – número de dados estimados.

Tabela 2. Temperatura máxima do ar média (°C) para diferentes municípios do Estado de Goiás.

Municípios	Mês												Número de dados	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Observa- dos	Estima- dos
Bom Jesus de Goiás	30,3	30,8	30,5	29,3	27,3	26,2	26,1	27,9	28,7	30,0	30,2	30,2	10183	1871
Varjão	28,8	29,2	28,8	27,6	25,7	24,4	24,6	26,2	27,1	28,4	28,6	28,5	9574	2480
Paraúna	29,8	30,2	29,8	28,7	26,6	25,6	25,6	27,3	28,0	29,4	29,6	29,7	9256	2798
Catalão	28,4	28,8	28,5	27,4	25,3	24,2	24,2	26,0	26,8	28,1	28,3	28,3	10956	1098
Cristalina	28,1	28,4	28,1	27,0	25,0	23,9	23,7	25,3	26,2	27,8	27,9	27,8	9376	2678
Santo A. de Goiás	28,7	29,2	29,3	29,7	28,7	28,3	28,7	30,6	31,6	30,9	29,2	28,5	11664	390
Goiânia	28,5	29,0	28,6	27,7	25,8	24,7	25,0	27,0	27,8	28,6	28,5	28,3	10928	1126
Aragarças	31,5	31,9	31,8	31,4	30,0	29,5	29,7	31,8	32,7	32,8	32,0	31,4	10367	1687
Formosa	27,9	28,3	28,0	27,3	25,7	24,7	24,9	26,6	27,8	28,4	27,7	27,7	11643	411
Ipameri	29,1	29,5	29,1	28,4	26,6	25,7	26,0	27,8	29,0	29,7	29,1	28,9	10094	1960
Jataí	29,3	29,8	29,7	28,9	26,9	26,2	26,5	28,5	29,3	29,7	29,5	29,1	11635	419
Pirenópolis	30,1	30,4	30,3	30,1	28,8	28,3	28,9	30,7	31,7	31,6	30,3	29,9	7996	4058
Posse	29,0	29,1	28,9	28,5	27,2	26,2	26,4	27,9	29,2	29,8	28,8	28,8	10809	1245
Rio Verde	29,1	29,5	29,4	28,8	26,8	26,2	26,6	28,6	29,6	29,7	29,4	29,0	9898	2156
Faina	31,2	31,6	31,1	30,0	27,9	26,9	26,9	28,8	29,6	30,7	30,9	31,0	9560	2494
Luziânia	27,6	28,0	27,8	26,8	24,9	23,8	24,1	25,6	26,6	27,7	27,3	27,3	11271	783
Porangatu	31,3	31,7	31,8	31,0	30,2	29,3	29,9	31,7	32,3	32,3	31,5	31,0	9712	2342
Goiás	31,5	31,9	31,7	30,8	29,3	28,3	28,8	30,9	31,6	31,9	31,5	31,1	8436	3618
Caiapônia	28,8	29,3	28,9	28,0	26,3	25,3	25,5	27,4	28,2	29,0	28,8	28,6	10639	1415
Monte Alegre de Goiás	29,3	30,0	29,7	29,2	28,7	28,4	29,1	30,3	31,9	31,8	30,0	29,1	4396	7658
Anápolis	28,1	28,5	28,2	28,3	27,5	27,1	27,4	29,3	30,7	29,9	28,4	27,6	2861	9193
Aruanã	29,4	30,1	29,6	28,5	26,7	25,5	25,6	27,4	27,8	29,1	29,4	29,3	7311	4743
Caldas Novas	29,0	29,9	29,5	28,7	27,2	26,4	26,9	28,3	28,9	29,9	29,2	28,9	6429	5625
Itumbiara	31,6	32,0	31,7	31,4	29,2	29,1	29,8	31,8	33,1	33,4	32,2	31,8	6209	5845
Morrinhos	28,8	29,1	28,8	27,7	25,7	24,5	24,7	26,5	27,2	28,4	28,5	28,6	9625	2429
Quirinópolis	30,6	31,0	30,7	29,6	27,5	26,4	26,6	28,3	29,1	30,3	30,3	30,4	9259	2795
Médias	29,5	29,9	29,6	28,9	27,2	26,4	26,6	28,4	29,3	30,0	29,5	29,3		

*Obs. – número de dados observados; #Est. – número de dados estimados.

Tabela 3. Temperatura mínima do ar média (°C) para diferentes municípios do Estado de Goiás.

<i>Municípios</i>	<i>Mês</i>												<i>Número de dados</i>	
	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Observa- dos</i>	<i>Estima- dos</i>
Bom Jesus de Goiás	20,4	20,5	19,9	18,3	15,9	14,0	13,5	14,7	16,5	18,3	19,3	19,9	10183	1871
Varão	18,8	18,8	18,2	16,7	14,3	12,2	11,9	13,1	15,0	16,6	17,6	18,3	9574	2480
Paraúna	19,8	19,8	19,3	17,7	15,4	13,6	13,2	14,3	16,1	17,8	18,7	19,4	9256	2797
Catalão	18,7	18,6	18,1	16,5	14,1	12,3	11,7	12,9	14,7	16,4	17,3	18,2	10956	1098
Cristalina	18,0	18,0	17,6	16,0	13,8	12,1	11,5	12,6	14,4	16,2	17,0	17,6	9376	2677
Santo A. de Goiás	19,1	18,9	19,0	18,1	16,0	14,5	14,6	16,1	18,2	19,0	18,9	19,2	11664	390
Goiânia	18,6	18,6	18,1	16,5	14,0	12,2	11,9	13,1	15,3	16,8	17,6	18,2	10928	1122
Aragarças	21,6	21,7	21,3	19,9	17,2	15,1	14,9	16,2	18,9	20,5	21,0	21,4	10367	1675
Formosa	18,1	18,1	17,7	16,4	14,1	12,3	11,9	13,1	15,2	16,8	17,3	17,9	11643	513
Ipameri	19,2	19,1	18,6	17,0	14,1	12,3	12,2	13,4	16,2	17,8	18,4	19,0	10094	1953
Jataí	19,2	19,2	18,8	17,0	13,8	11,8	11,5	12,9	15,4	17,3	18,3	18,9	11635	412
Pirenópolis	19,4	19,3	19,0	17,7	15,3	13,7	13,6	14,9	17,5	18,5	18,9	19,3	7996	4056
Posse	19,3	19,3	19,0	18,0	16,1	14,4	14,2	15,2	17,3	18,5	18,7	19,1	10809	1227
Rio Verde	18,9	18,9	18,5	17,3	14,5	13,0	12,6	14,1	16,1	17,6	18,1	18,7	9898	2315
Faina	21,1	21,1	20,6	19,0	16,5	14,7	14,3	15,5	17,4	18,9	19,9	20,7	9560	2494
Luziânia	17,6	17,6	17,1	15,7	13,3	11,6	11,2	12,2	14,3	15,9	16,5	17,2	11271	780
Porangatu	21,2	21,2	20,9	19,6	17,6	15,7	15,7	17,1	19,0	20,0	20,6	21,0	9712	2344
Goiás	21,1	21,0	20,6	19,1	16,8	15,3	15,3	16,8	18,6	19,6	20,2	20,7	8436	3618
Caiapônia	18,9	19,0	18,5	16,8	14,4	12,6	12,2	13,5	15,5	17,1	17,9	18,6	10639	1415
Monte Alegre de Goiás	19,3	19,1	19,1	18,3	16,7	15,5	15,5	16,9	19,2	20,2	19,3	19,4	4396	7658
Anápolis	18,5	18,8	18,3	17,6	15,4	14,3	14,2	15,7	17,5	18,4	18,2	18,2	2861	9193
Aruanã	19,6	19,7	19,1	17,6	15,1	13,1	12,9	14,0	15,6	17,4	18,5	19,1	7311	4742
Caldas Novas	19,6	19,6	19,3	18,0	15,5	13,7	13,9	15,2	17,1	18,6	19,2	19,5	6429	5625
Itumbiara	21,0	20,8	20,4	18,7	15,3	13,9	14,3	15,8	18,7	20,0	20,6	21,1	6209	5846
Morrinhos	18,6	18,7	18,2	16,5	14,0	12,0	11,7	13,1	14,9	16,5	17,5	18,3	9625	2428
Quirinópolis	20,5	20,6	20,0	18,4	15,8	13,9	13,7	15,0	16,8	18,4	19,4	20,2	9259	2794
Médias	19,5	19,5	19,0	17,6	15,2	13,5	13,2	14,5	16,6	18,0	18,7	19,2		

*Obs. – número de dados observados; #Est. – número de dados estimados.

Tabela 4. Radiação global ($\text{MJ m}^2.\text{mês}^{-1}$) para diferentes municípios do Estado de Goiás.

Municípios	Mês												Número de dados	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Observa- dos	Estima- dos
Bom Jesus de Goiás	645,3	576,5	590,2	507,3	458,5	421,1	459,7	538,6	578,6	655,6	647,6	658,6	12054	1871
Varjão	643,5	578,6	595,0	513,5	466,8	430,6	471,1	544,8	580,8	656,4	646,2	655,2	12054	2480
Paraúna	644,2	580,6	592,0	511,6	459,4	422,3	462,7	538,2	576,0	654,2	644,4	659,5	12054	2797
Catalão	637,1	573,7	583,8	504,2	451,9	415,5	457,0	537,2	577,7	655,2	647,4	653,1	12054	1098
Cristalina	646,9	581,0	590,4	512,0	458,2	420,8	458,6	534,4	572,4	649,3	642,8	654,9	12054	2677
Santo A. de Goiás	629,6	578,2	586,4	531,8	498,9	465,4	500,9	579,2	613,7	658,5	622,3	619,2	12054	390
Goiânia	637,0	579,0	599,1	527,4	479,4	437,6	481,2	565,4	583,1	655,1	636,1	650,3	12054	1122
Aragarças	636,5	572,9	597,4	532,4	502,9	475,6	515,8	598,4	620,2	670,1	649,8	640,7	12054	1675
Formosa	648,8	574,8	589,8	520,2	485,7	450,3	489,5	563,1	599,0	656,5	643,1	647,5	12054	513
Ipameri	645,9	580,4	591,9	518,9	482,3	444,4	483,3	563,1	590,5	661,3	638,5	646,9	12054	1953
Jataí	637,6	573,4	597,8	532,4	493,5	454,4	501,2	585,4	602,1	647,9	641,4	647,1	12054	412
Pirenópolis	662,5	600,1	616,8	552,3	518,5	480,7	525,5	605,2	628,7	689,2	657,1	662,6	12054	4056
Posse	622,4	560,4	580,2	516,5	484,0	448,3	488,3	556,2	587,9	642,8	614,3	623,1	12054	1227
Rio Verde	648,6	574,2	589,9	519,9	485,9	450,3	488,9	563,0	599,2	656,7	642,7	648,0	12054	2315
Faina	642,2	581,4	597,1	525,3	481,7	443,3	483,6	561,1	591,7	656,3	642,6	652,8	12054	2494
Luziânia	647,1	585,0	603,3	528,0	487,5	448,1	491,8	565,6	592,7	657,6	638,2	646,9	12054	780
Porangatu	634,3	577,7	608,8	543,0	520,0	487,3	530,7	598,9	622,0	670,5	632,2	627,5	12054	2344
Goiás	648,3	589,4	608,9	542,4	504,6	462,6	502,6	571,6	604,1	670,2	649,7	649,5	12054	3618
Caiapônia	644,2	580,9	597,2	524,7	484,6	444,3	486,4	561,8	591,6	656,4	645,7	647,7	12054	1415
Monte Alegre de Goiás	632,1	591,7	603,7	530,3	508,9	475,6	519,9	573,6	608,9	651,8	626,8	617,8	12054	7658
Anápolis	618,1	551,2	581,9	517,2	500,3	465,5	507,3	583,3	617,3	642,3	613,7	610,6	12054	9193
Aruanã	632,7	576,8	596,7	522,1	488,1	453,1	489,6	566,9	590,9	656,2	635,8	641,9	12054	4742
Caldas Novas	580,2	567,5	588,0	543,0	475,4	427,7	464,2	492,8	472,7	500,7	464,6	471,0	12054	5625
Itumbiara	667,6	601,4	607,4	542,4	501,1	465,2	506,0	589,9	626,3	692,6	664,6	670,5	12054	5846
Morrinhos	651,7	580,6	593,2	513,7	468,2	429,6	470,4	549,0	583,3	659,5	646,3	659,6	12054	2428
Quirinópolis	654,5	581,8	593,9	510,9	461,9	421,2	461,6	540,8	580,7	657,6	647,6	661,0	12054	2794
Médias	640,0	578,8	595,4	524,7	484,9	447,7	488,4	562,6	592,0	653,1	633,9	639,4		

#Est. – número de dados estimados.

A variabilidade climática entre os municípios do Estado de Goiás para a precipitação pluvial (mm), temperatura do ar máxima e mínima do ar e radiação solar global para os meses do ano está ilustrada pela Figura 35 (a, b, c e d). Essa figura foi gerada utilizando-se as médias mensais descritas nas Tabelas 1, 2, 3, 4, considerando-se o conjunto de dados climáticos composto pelos dados observados e estimados. Por meio dessa figura é possível observar a existência de diferentes ambientes no Estado de Goiás.

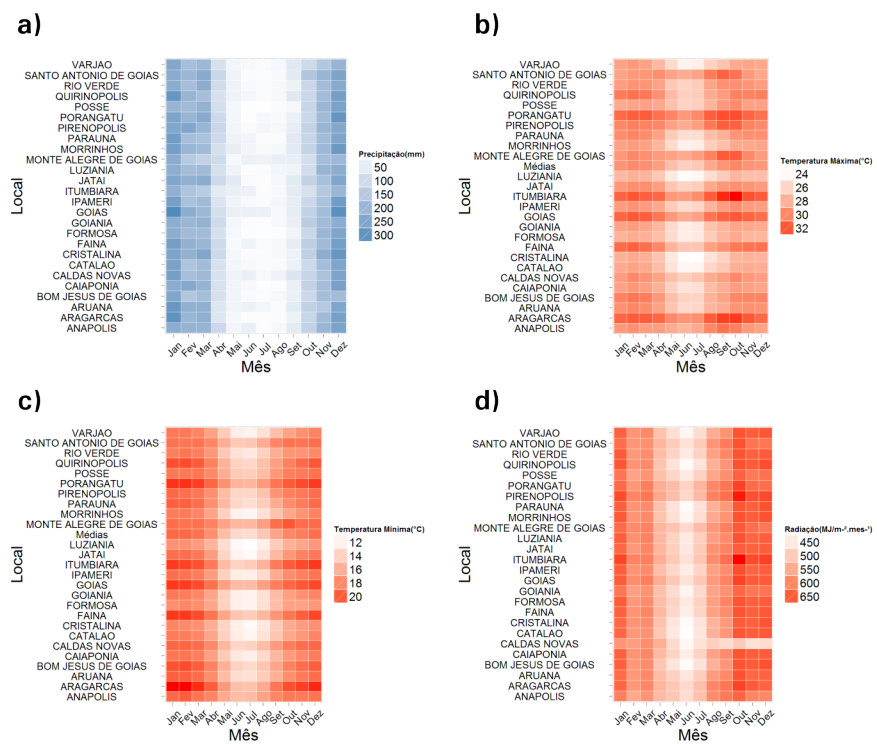


Figura 35. Variabilidade climática entre os municípios de Goiás, de acordo com o mês do ano, para a a) precipitação pluvial mensal em mm, b) temperatura máxima do ar °C, c) temperatura mínima do ar °C e d) radiação solar global mensal MJ m⁻².mês⁻¹.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Agritempo. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em: 21 ago. 2012.

CORDANO, E.; ECCEL, E. **RMAWGEN**: RMAWGEN (R Multi-site Auto-regressive Weather GENerator): a package to generate daily time series from monthly mean values. R package version 1.2.2. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/package=RMAWGEN/index.html>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B. Estimativa da variação da produtividade do arroz em diferentes escalas temporais do índice SPI. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 4, p. 335-343, abr. 2011.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F.; AMORIM, A. de O. Desempenho de índices quantitativos de seca na estimativa da produtividade de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 8, p. 771-779, ago. 2010.

FERNANDES, D. S.; KRUGER, L. F.; HEINEMANN, A. B.; ROCHA, R. P. da. Identificação e caracterização de ambientes homogêneos de eventos de seca/umidade com base em simulações climáticas regionais. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 290-298, 2012.

HEINEMANN, A. B. Caracterização dos padrões de estresse hídrico para a cultura do arroz (ciclo curto e médio) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 29-36, jan./fev. 2010.

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. de L. T. de; GOMIDE, R. L.; AMORIM, A. de O. ; PAZ, R. L. da. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, jul./ago. 2009.

HEINEMANN, A. B.; DINGKUHN, M.; LUQUET, D.; COMBRES, J. C.; CHAPMAN, S. Characterization of drought stress environments for upland rice and maize in central Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 162, n. 3, p. 395-410, Aug. 2008.

LORENÇONI, R.; DOURADO NETO, D.; HEINEMANN, A. B. Calibração e avaliação do modelo ORYZA-APSIM para o arroz de terras altas no Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 605-613, out./dez. 2010.

SEMENOV, M. A.; BROOKS J. R.; BARROW, E. M.; RICHARDSON, C. W. Comparison of the WGEN and LARS-WG stochastic weather generators for diverse climates. **Climate Research**, Luhe, v. 10, n. 2, p. 95–107, Aug. 1998.

ANEXO 1

Ilustração das séries temporais climáticas diárias das estações meteorológicas utilizadas nesse estudo

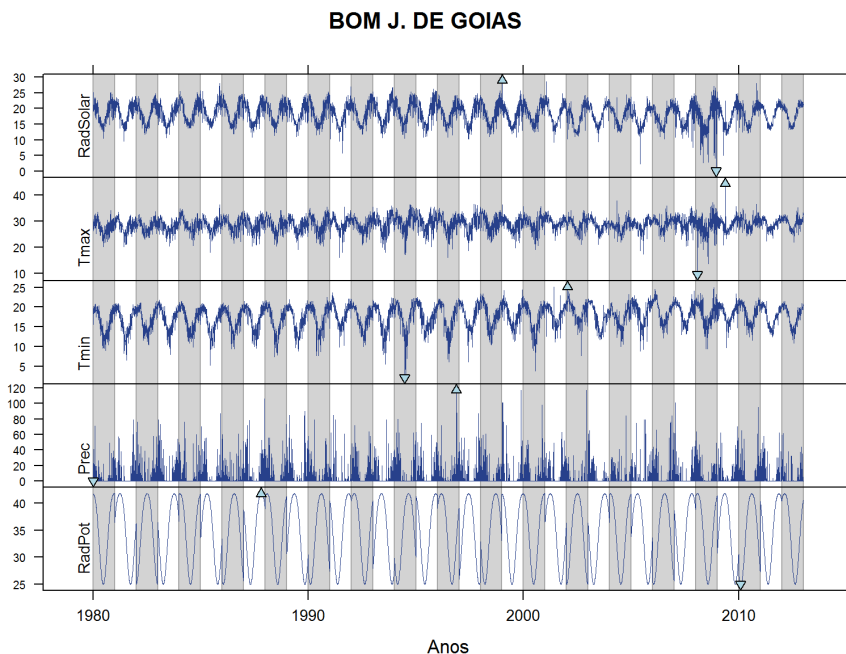


Figura 36. Série diária para temperatura máxima do ar (Tmax, °C), mínima do ar (Tmin, °C), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, MJ m⁻²dia⁻¹), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, MJ m⁻²dia⁻¹).

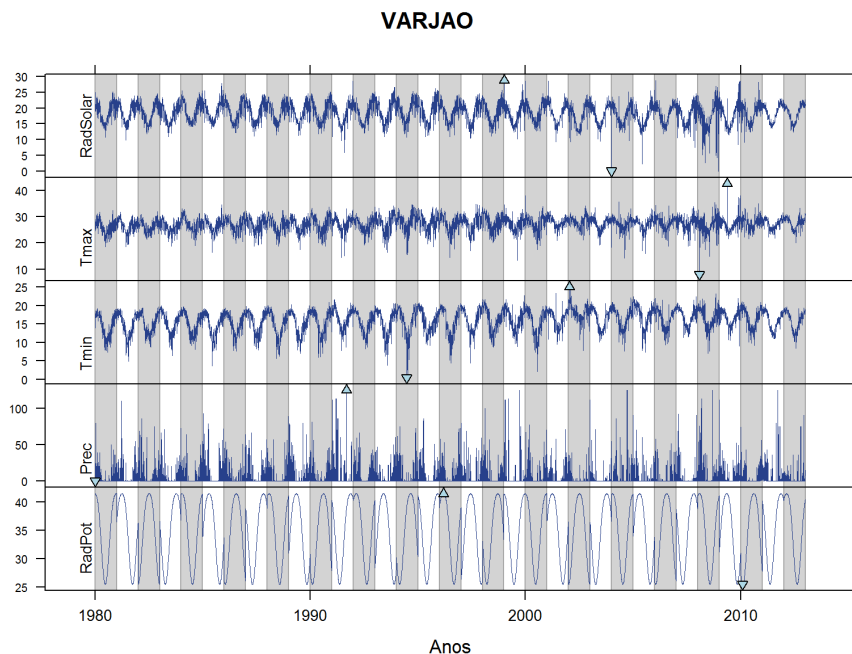


Figura 37. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , °C), mínima do ar (T_{min} , °C), precipitação pluvial ($Prec$, mm), radiação solar global ($RadSolar$, MJ m⁻² dia⁻¹), radiação solar no topo da atmosfera ($RadPot$, MJ m⁻² dia⁻¹).

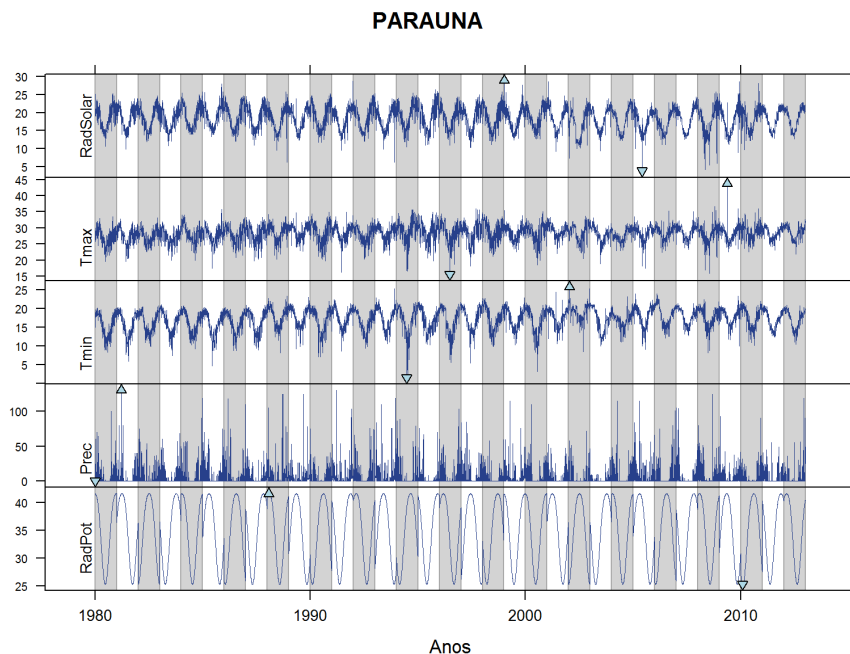


Figura 38. Série diária para temperatura máxima do ar (Tmax, $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (Tmin, $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

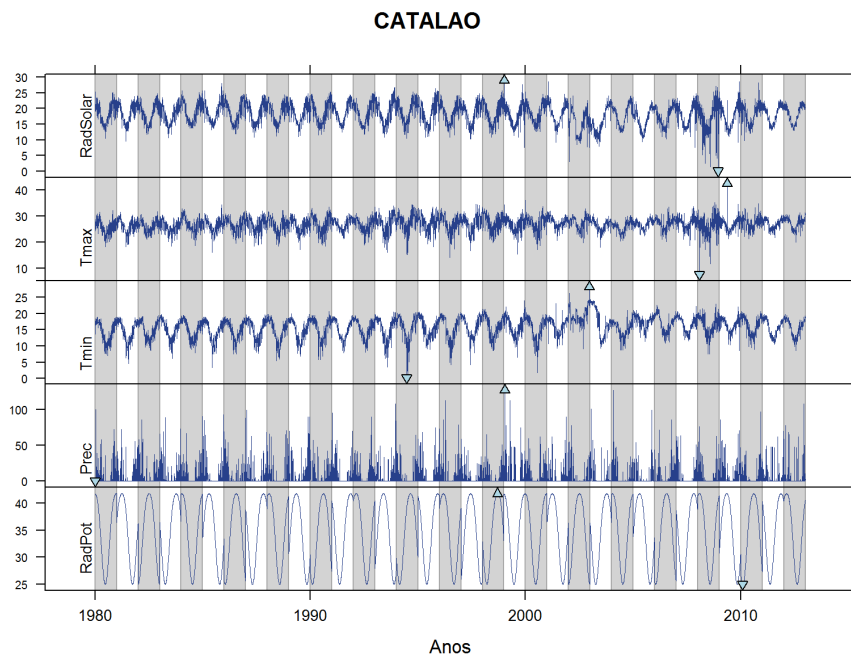


Figura 39. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

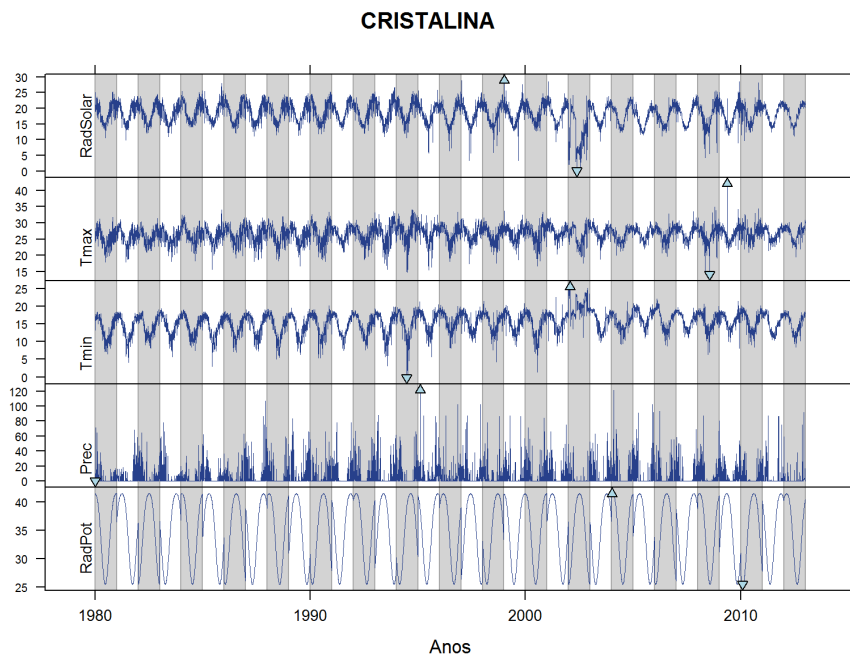


Figura 40. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

SANTO A. DE GOIAS

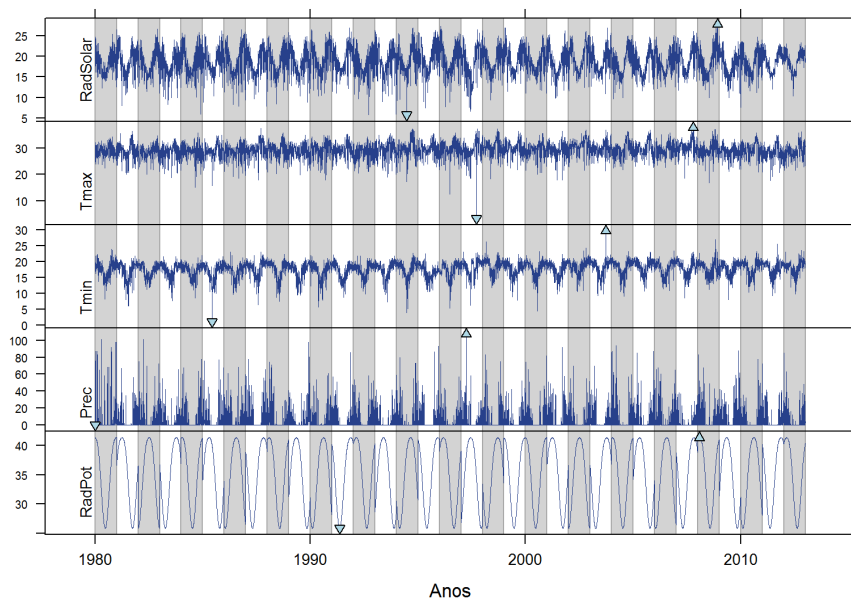


Figura 41. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{\max} , °C), mínima do ar (T_{\min} , °C), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, MJ m⁻² dia⁻¹), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, MJ m⁻² dia⁻¹).

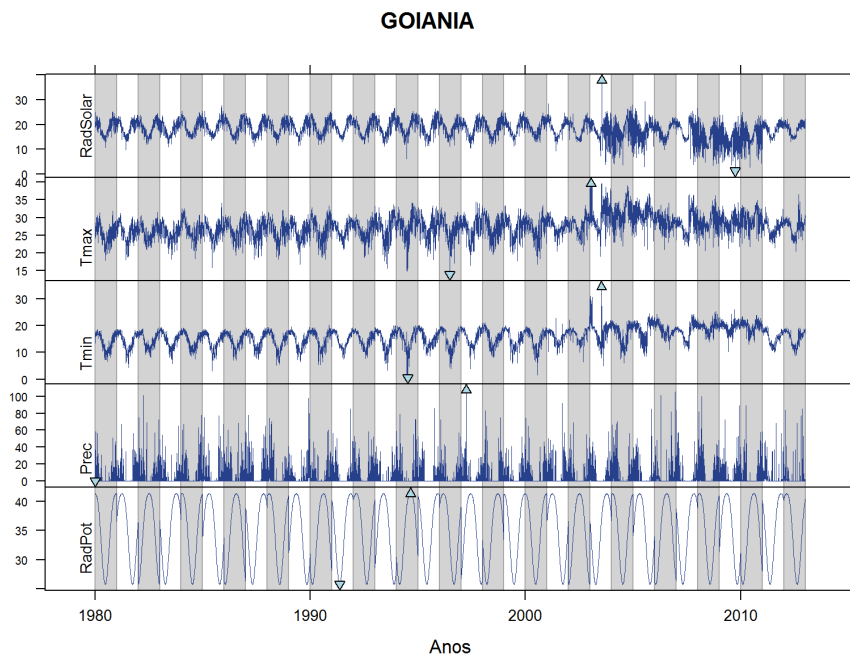


Figura 42. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{\max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{\min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

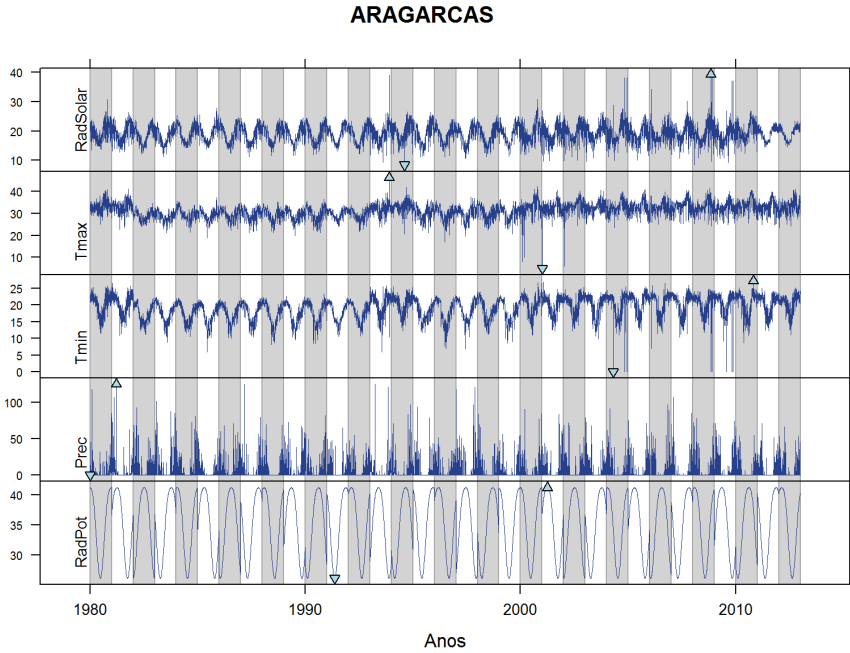


Figura 43. Série diária para temperatura máxima do ar (Tmax, $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (Tmin, $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

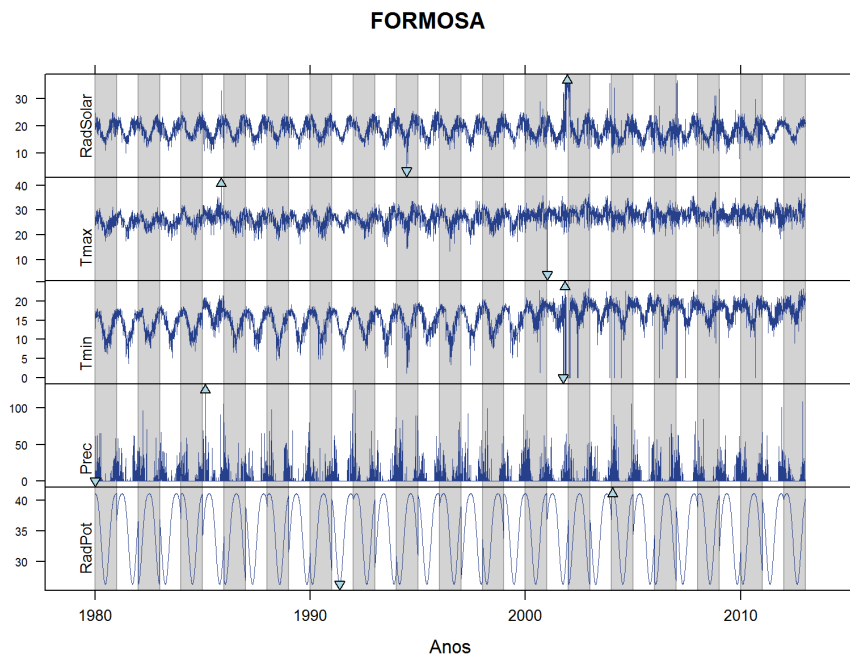


Figura 44. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

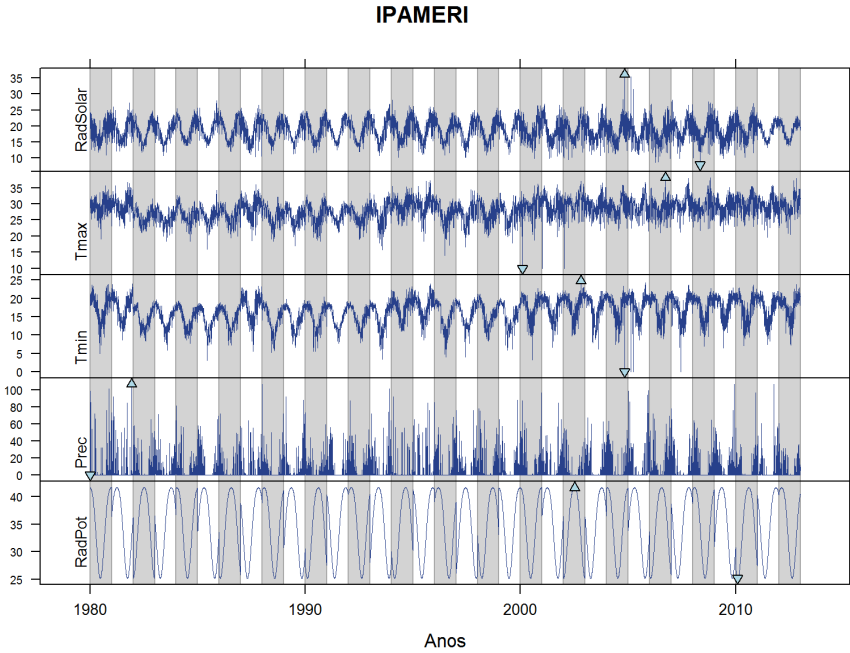


Figura 45. Série diária para temperatura máxima do ar (Tmax, $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (Tmin, $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

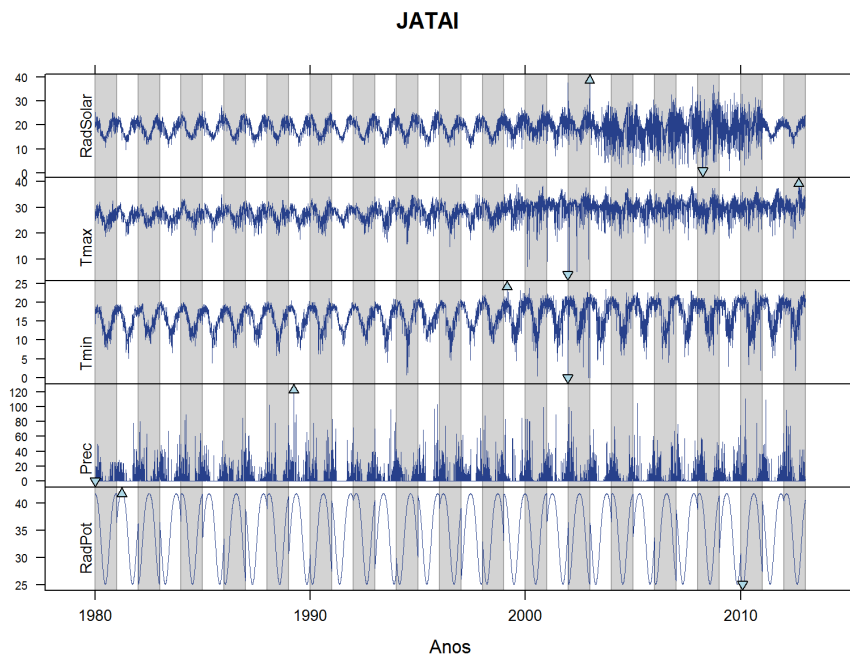


Figura 46. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

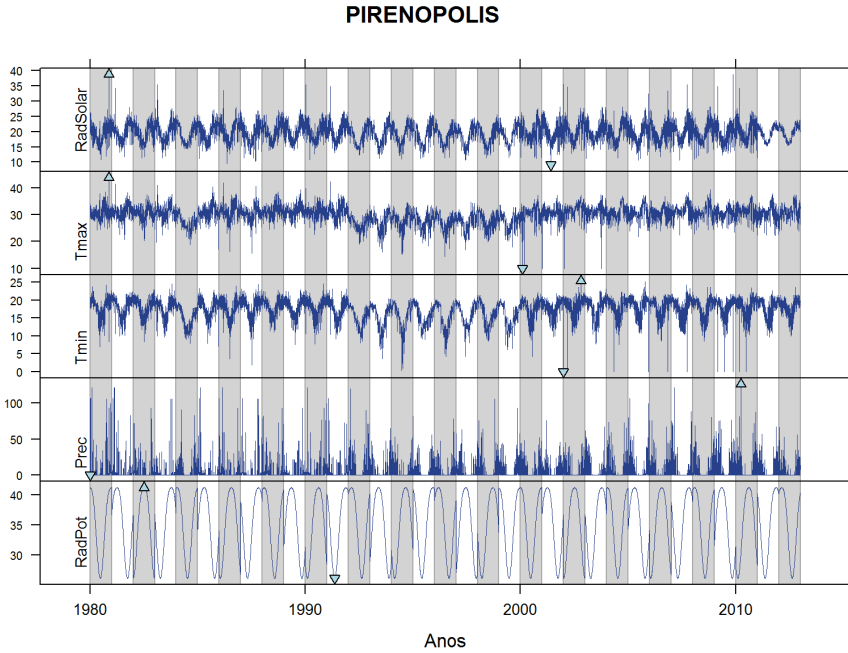


Figura 47. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , °C), mínima do ar (T_{min} , °C), precipitação pluvial ($Prec$, mm), radiação solar global ($RadSolar$, $MJ\ m^{-2}dia^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera ($RadPot$, $MJ\ m^{-2}dia^{-1}$).

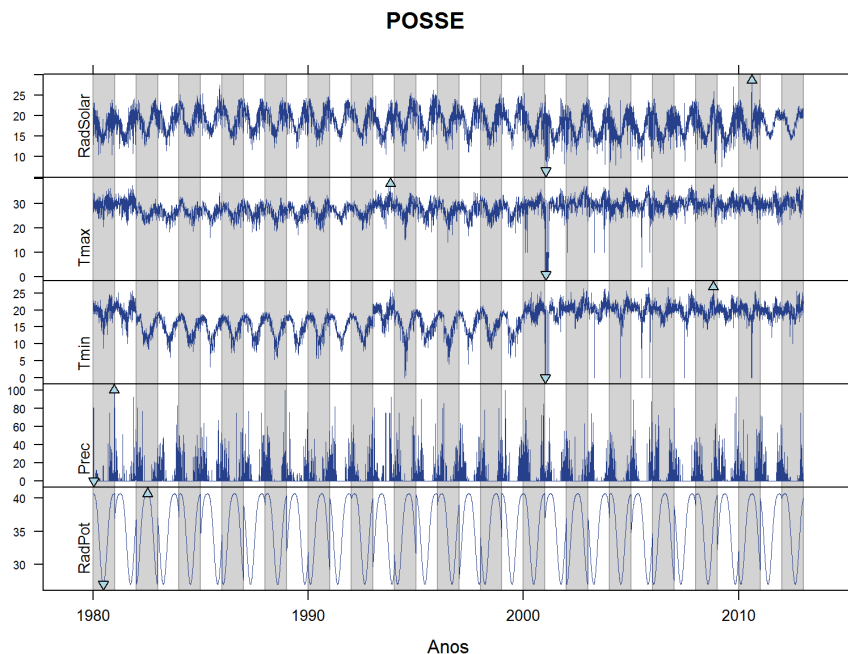


Figura 48. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$).

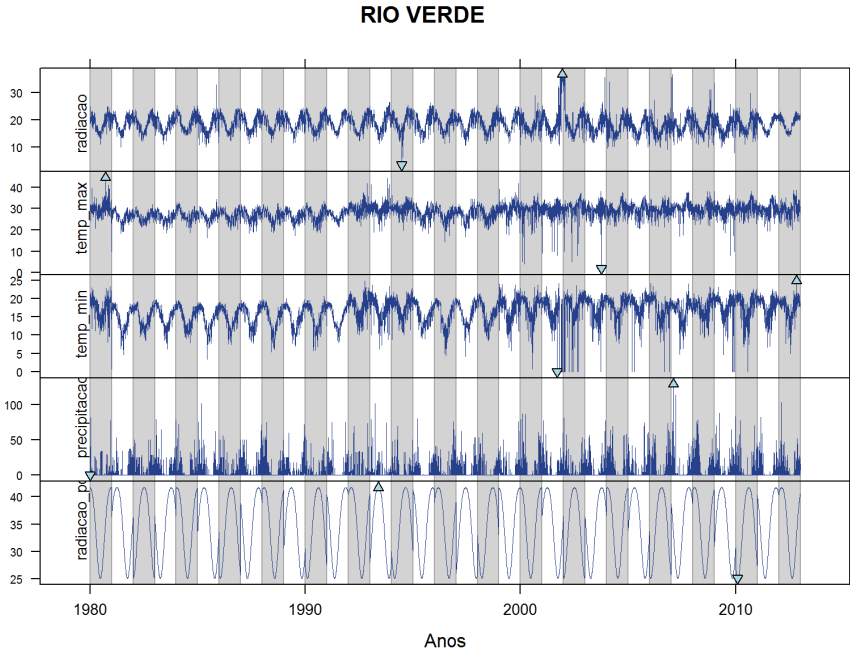


Figura 49. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , °C), mínima do ar (T_{min} , °C), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, MJ m²dia⁻¹), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, MJ m²dia⁻¹).

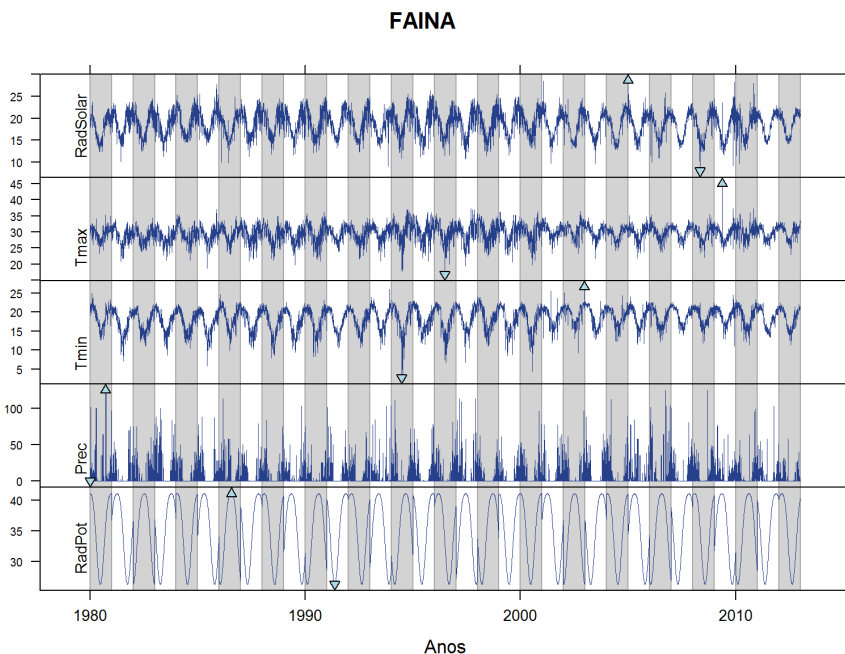


Figura 50. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{\max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{\min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

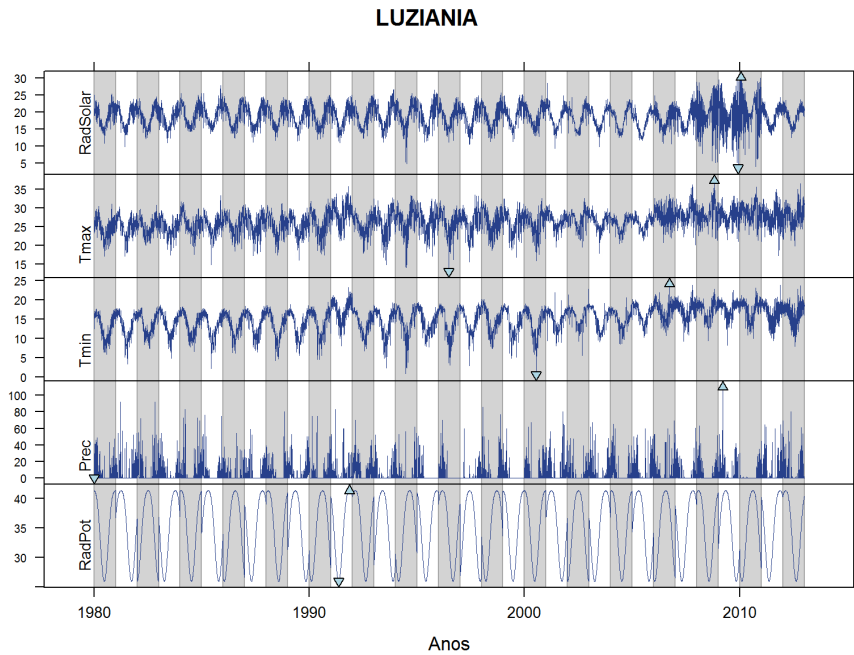


Figura 51. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , °C), mínima do ar (T_{min} , °C), precipitação pluvial ($Prec$, mm), radiação solar global ($RadSolar$, $MJ\ m^{-2}dia^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera ($RadPot$, $MJ\ m^{-2}dia^{-1}$).

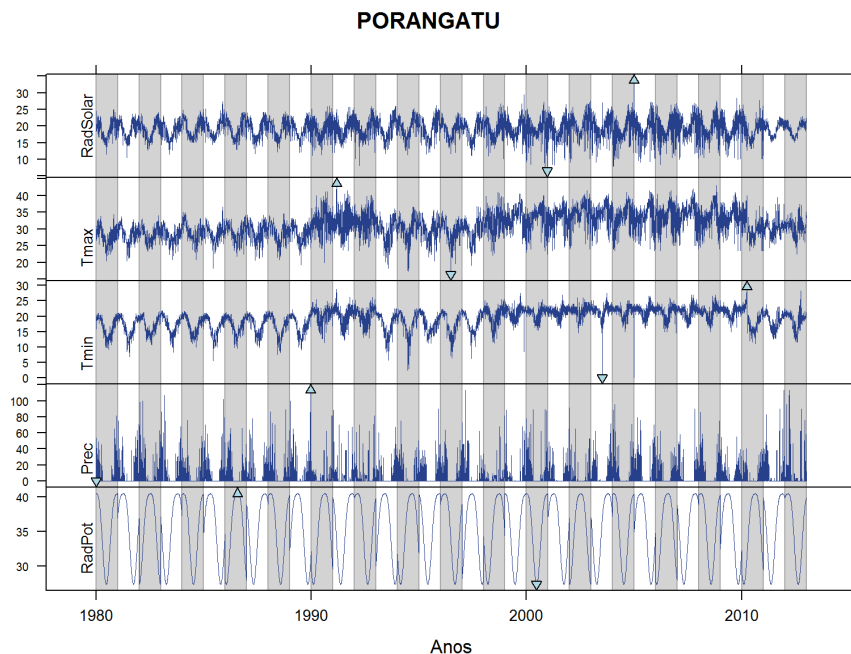


Figura 52. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$).

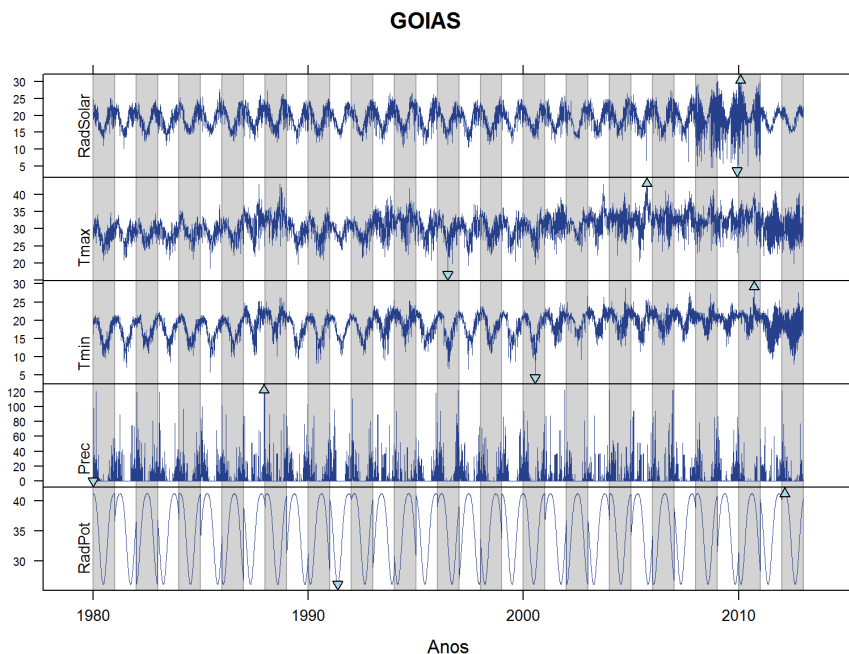


Figura 53. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

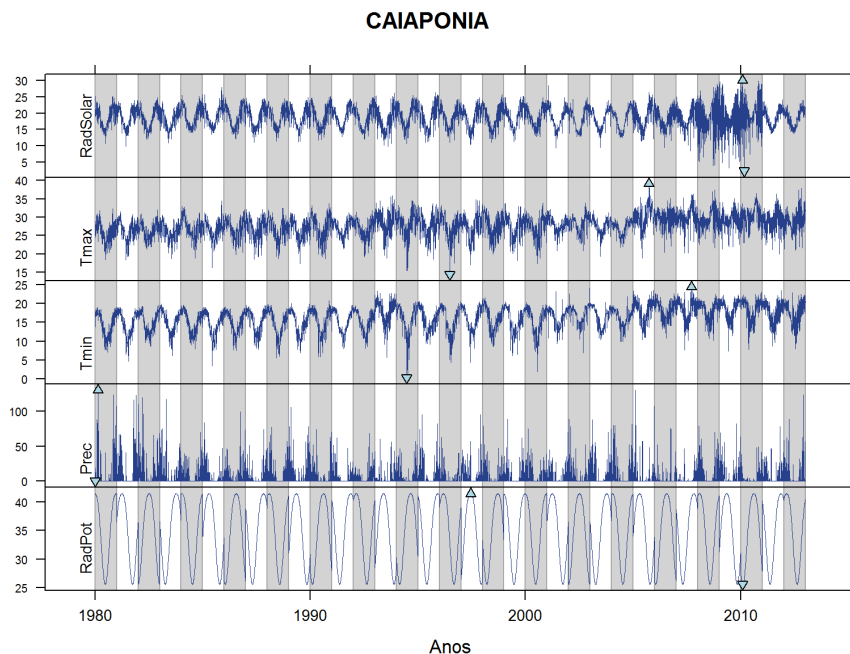


Figura 54. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação o pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

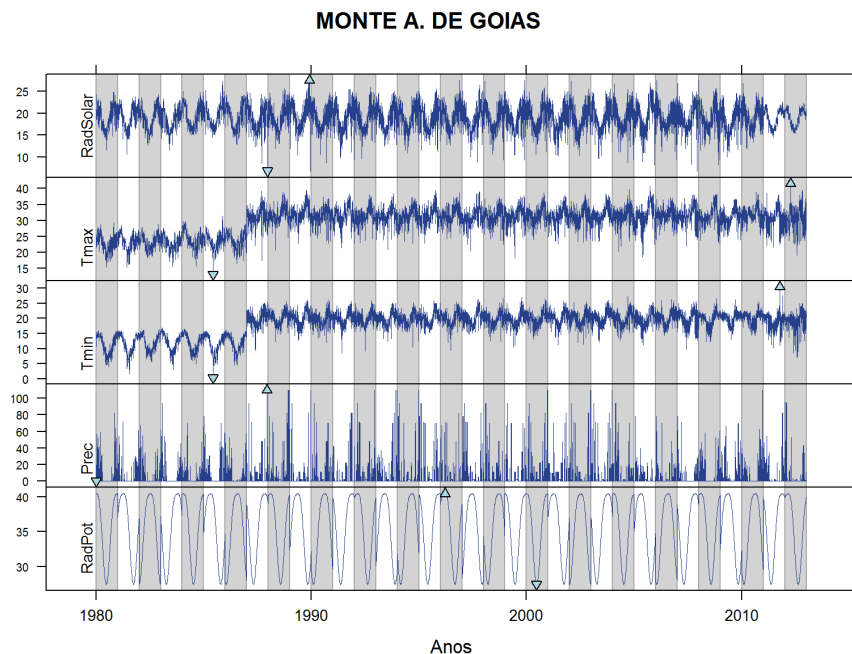


Figura 55. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$).

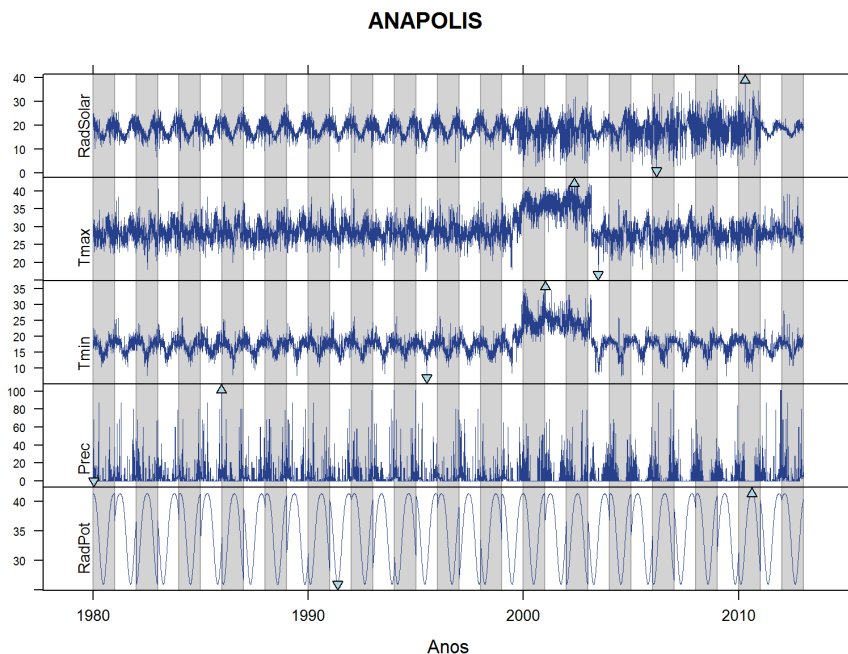


Figura 56. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

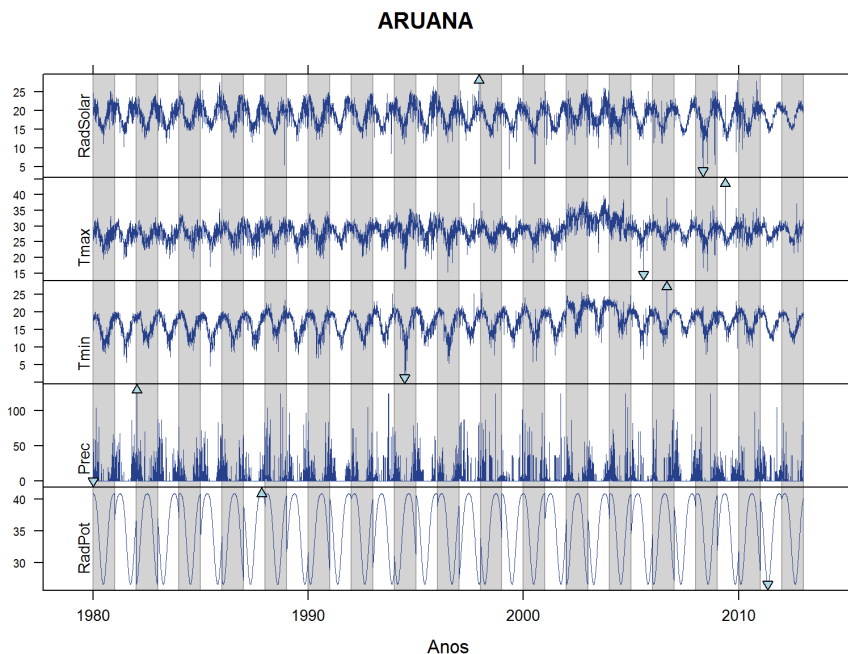


Figura 57. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

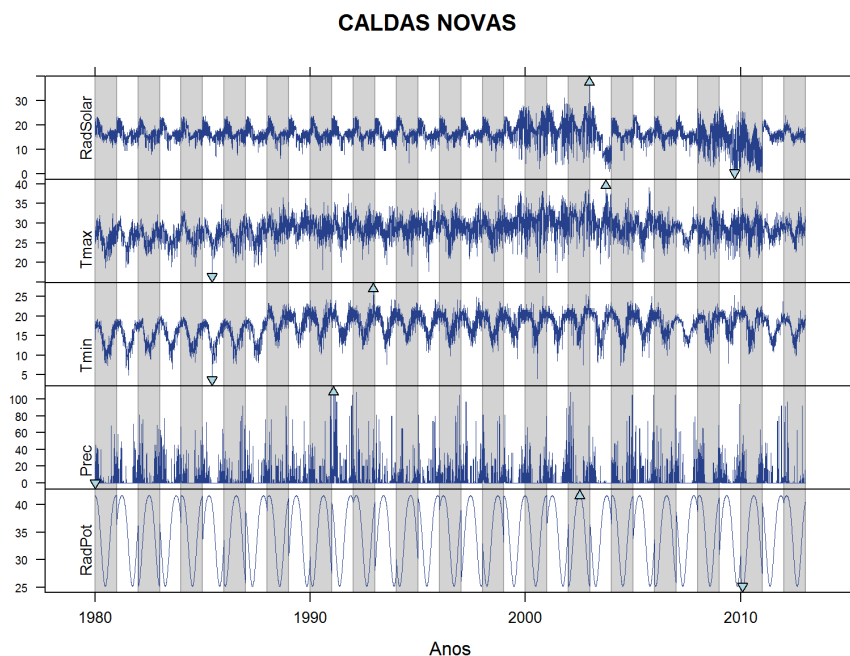


Figura 58. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{\max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{\min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

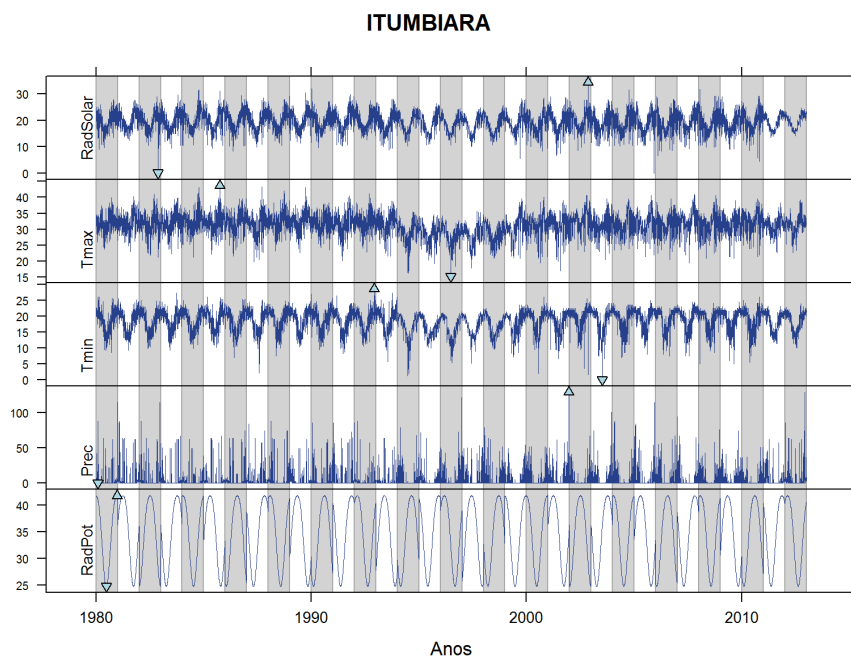


Figura 59. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

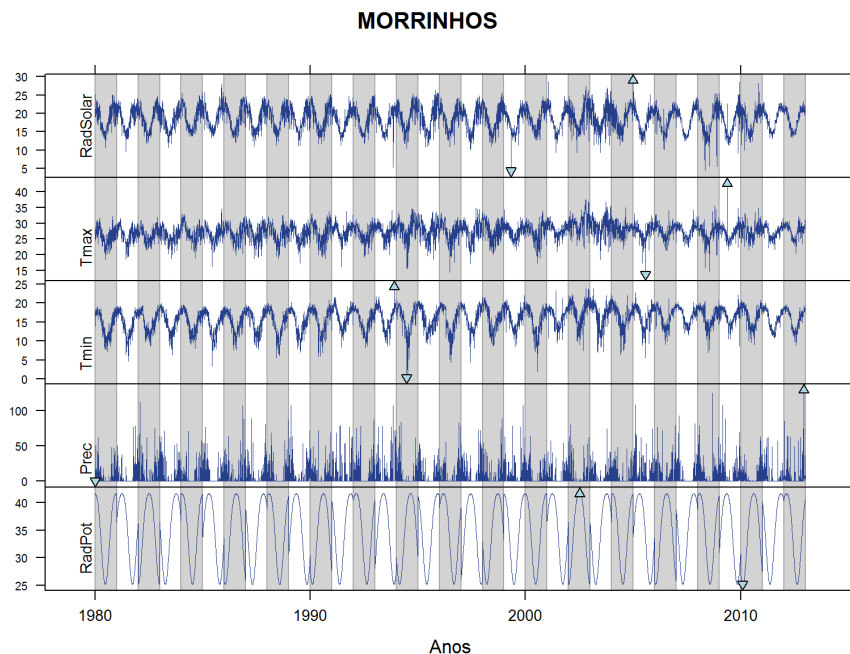


Figura 60. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec , mm), radiação solar global (RadSolar , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot , $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

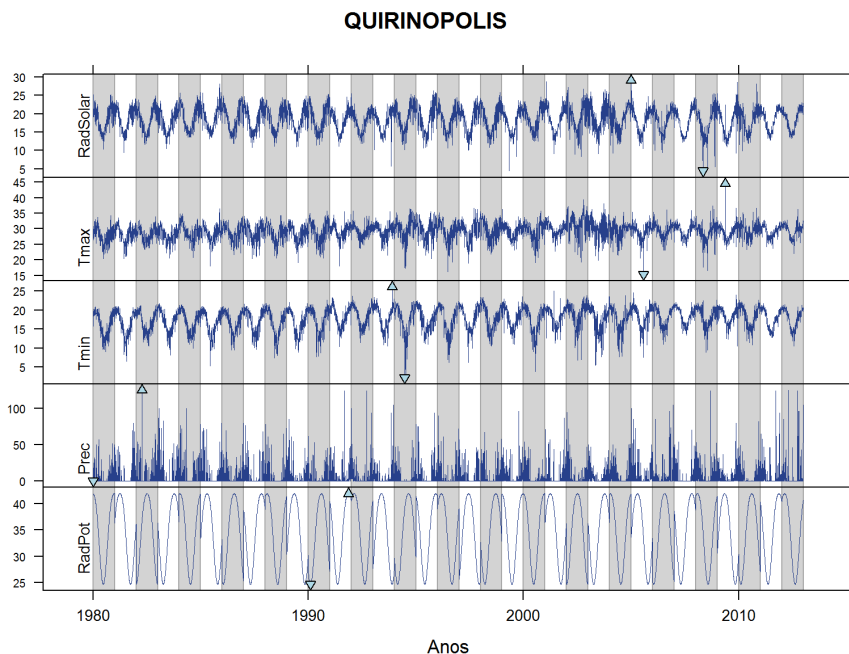
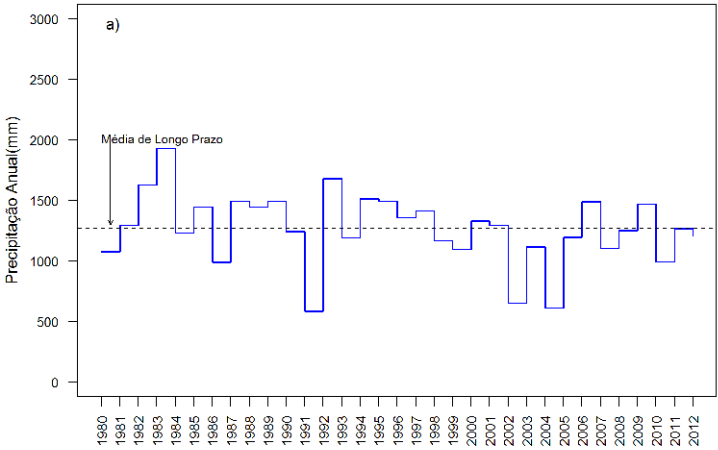


Figura 61. Série diária para temperatura máxima do ar (T_{\max} , $^{\circ}\text{C}$), mínima do ar (T_{\min} , $^{\circ}\text{C}$), precipitação pluvial (Prec, mm), radiação solar global (RadSolar, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$), radiação solar no topo da atmosfera (RadPot, $\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

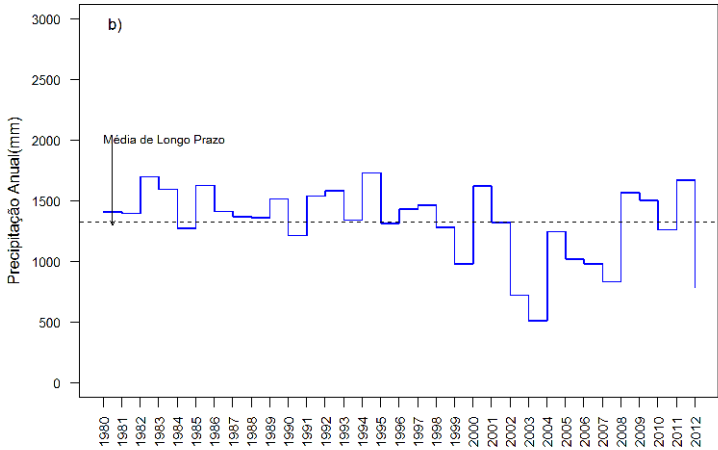
ANEXO 2

Ilustração da precipitação anual para as estações climatológicas utilizadas nesse estudo.

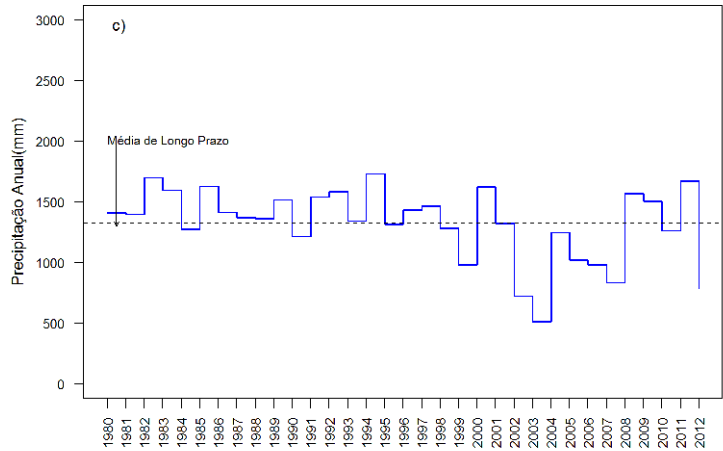
BOM J. DE GOIAS



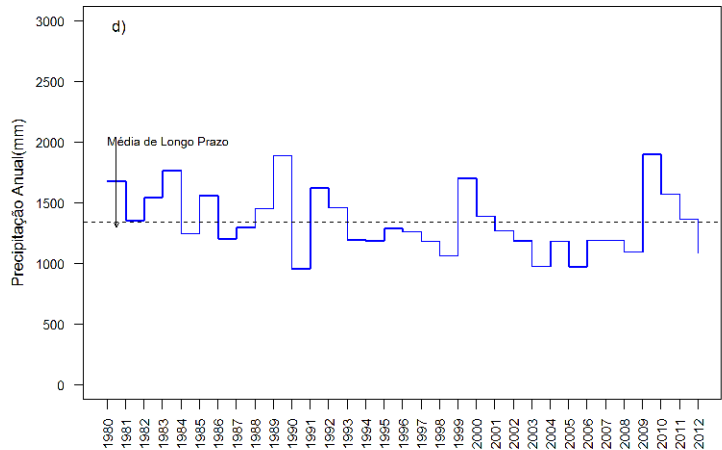
VARJAO



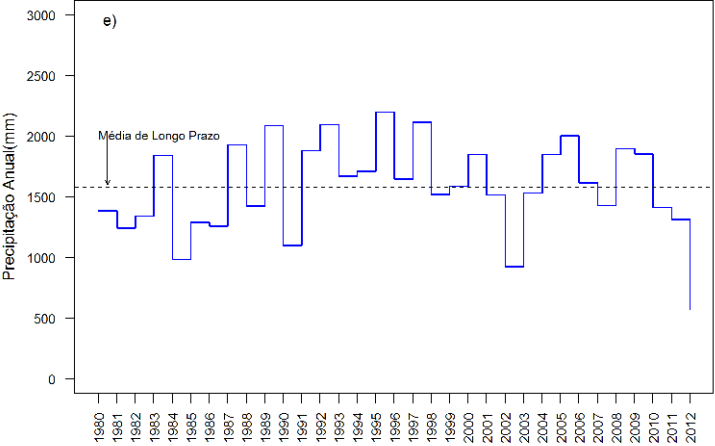
PARAUNA



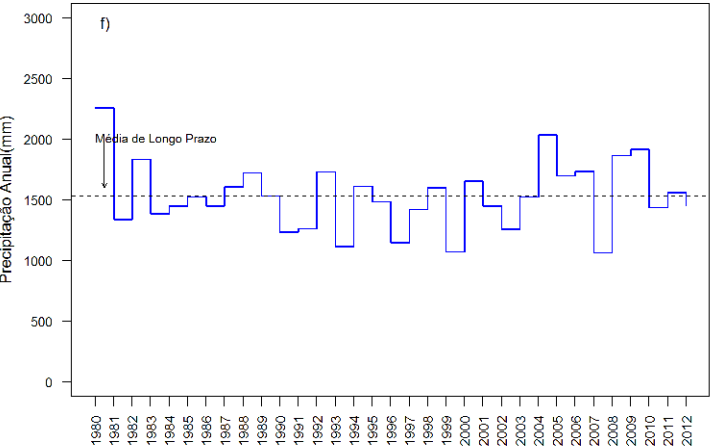
CATALAO



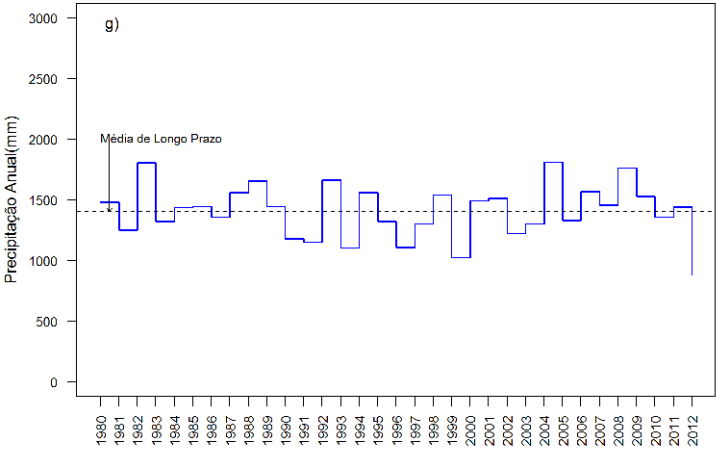
CRISTALINA



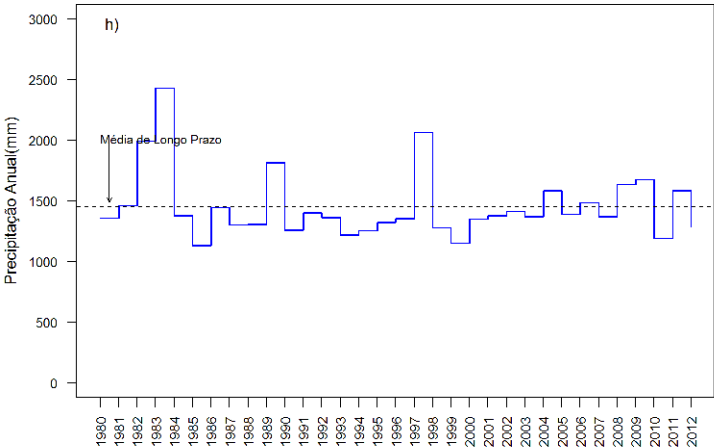
SANTO A. DE GOIAS



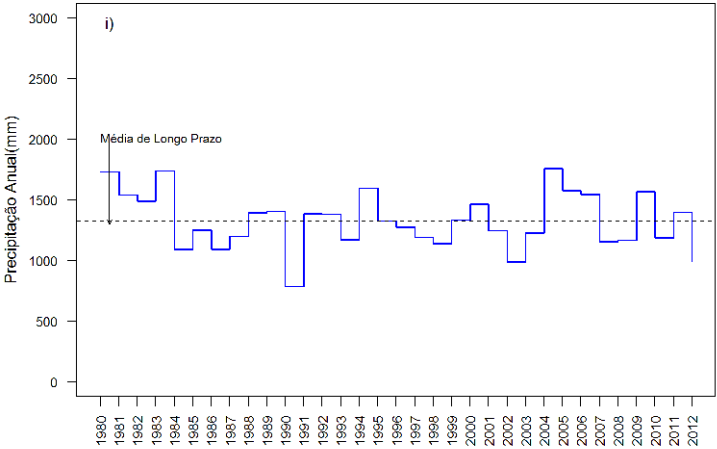
GOIANIA



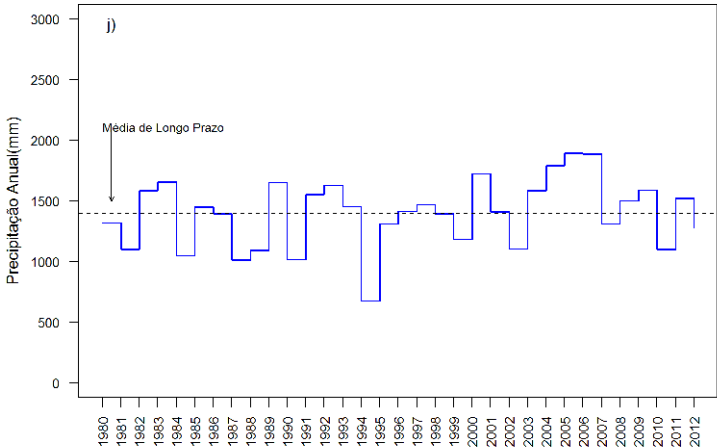
ARAGARCAS



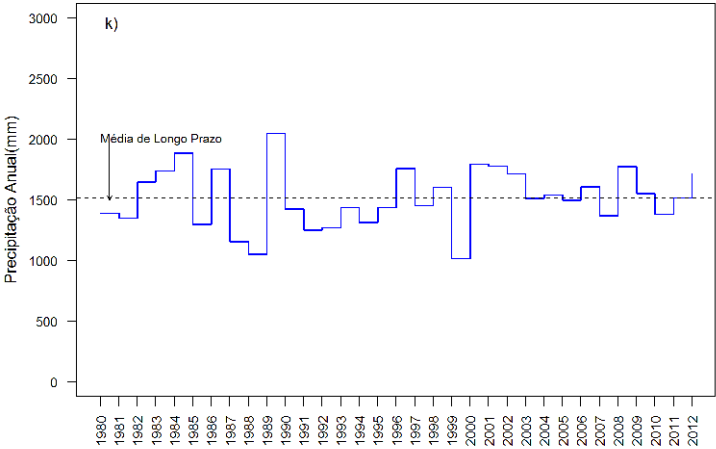
FORMOSA



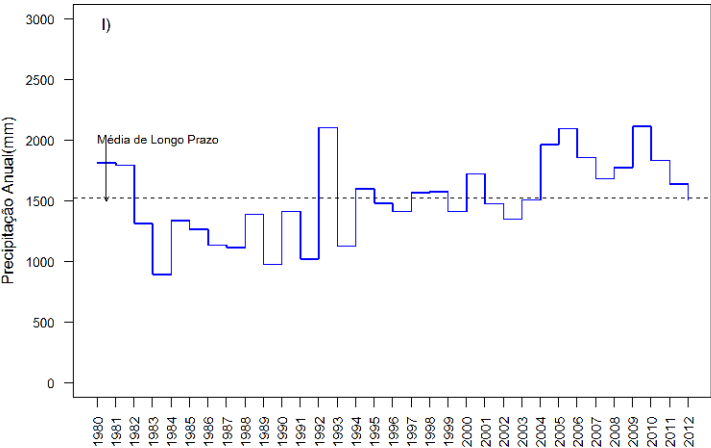
IPAMERI



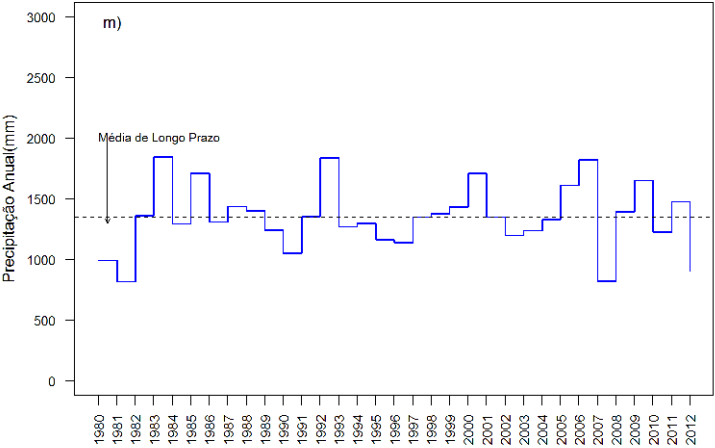
JATAI



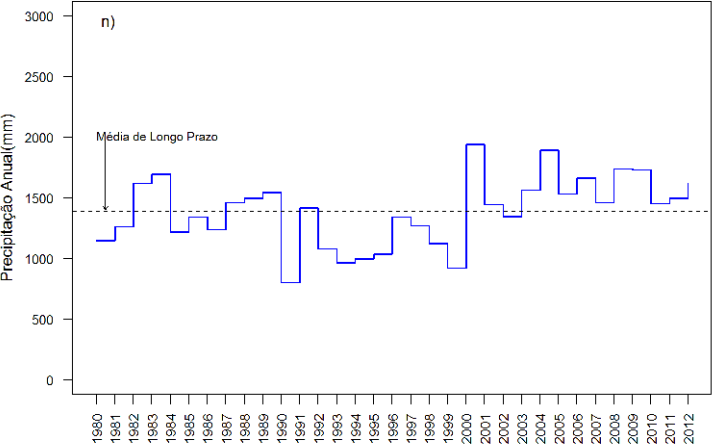
PIRENOPOLIS



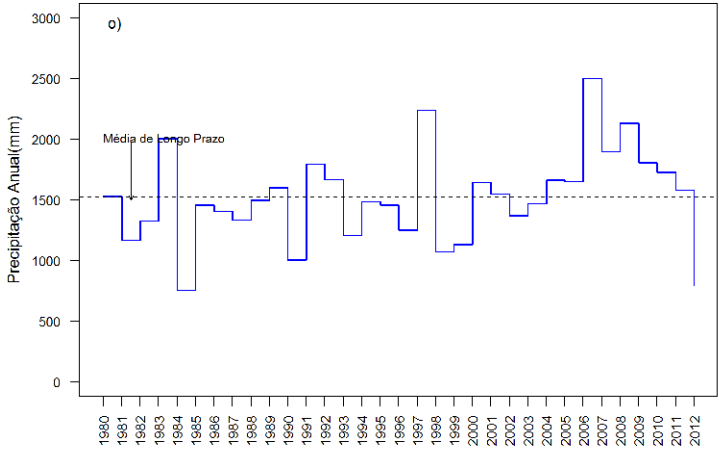
POSSE



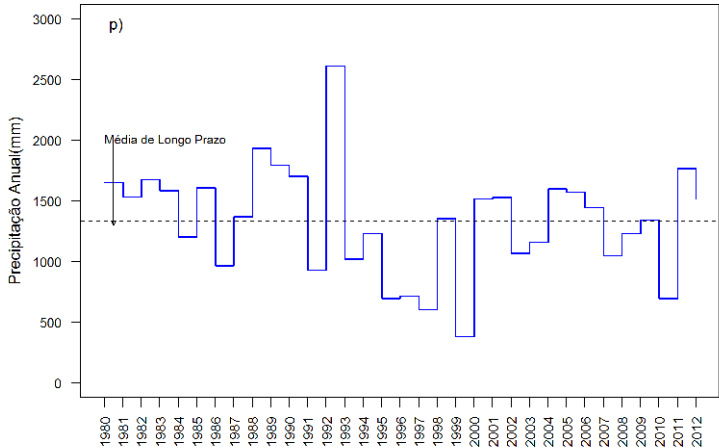
RIO VERDE



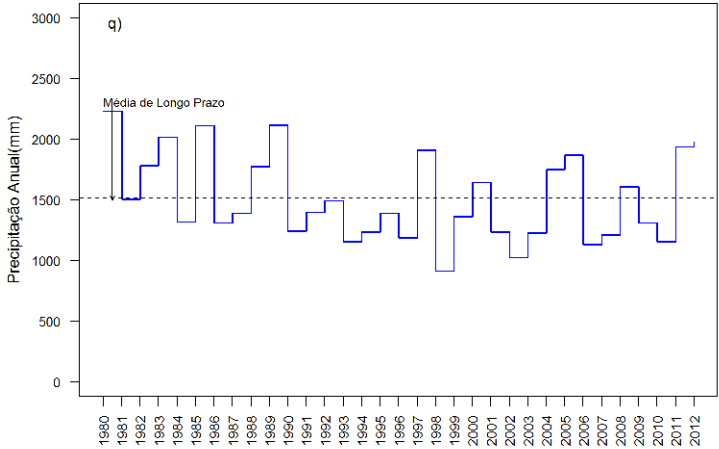
FAINA



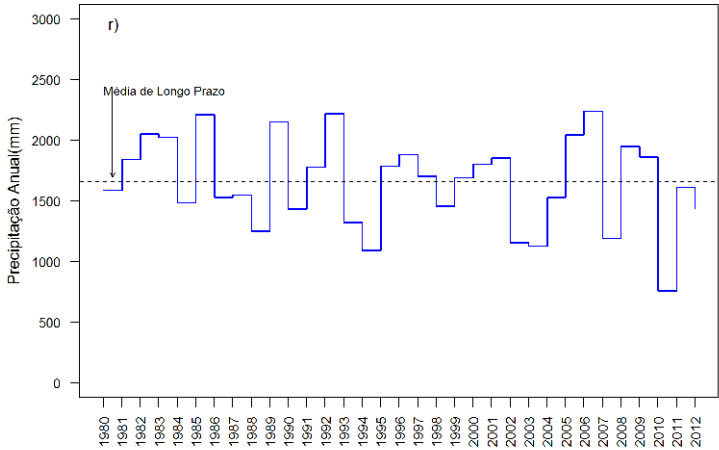
LUZIANIA



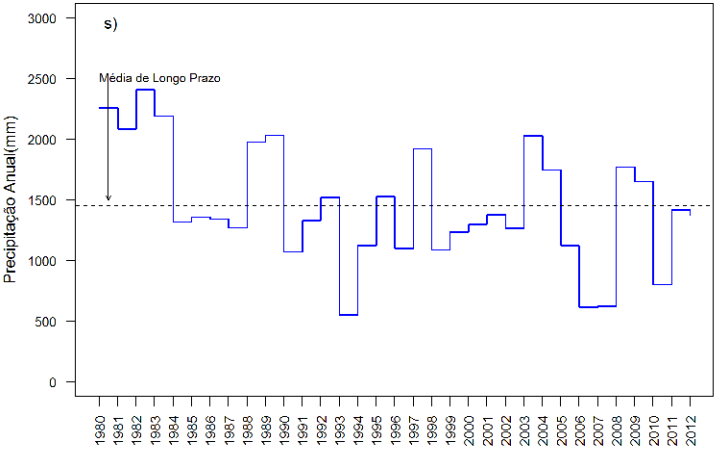
PORANGATU



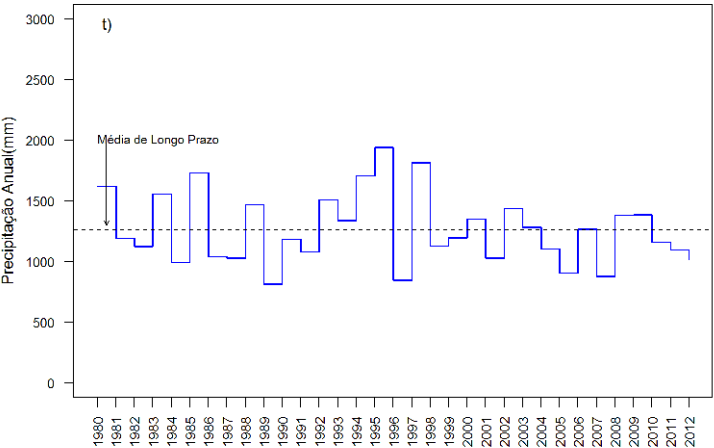
GOIAS



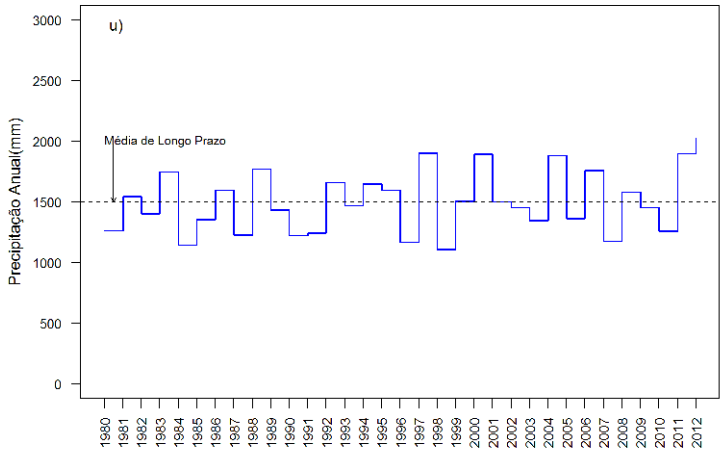
CAIAPONIA



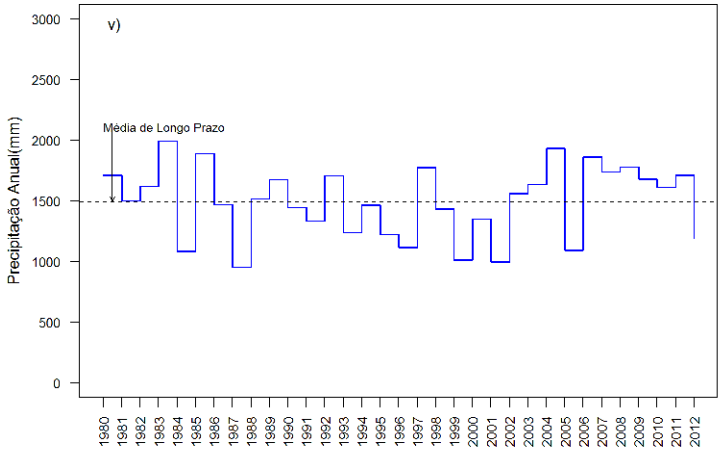
MONTE A. DE GOIAS



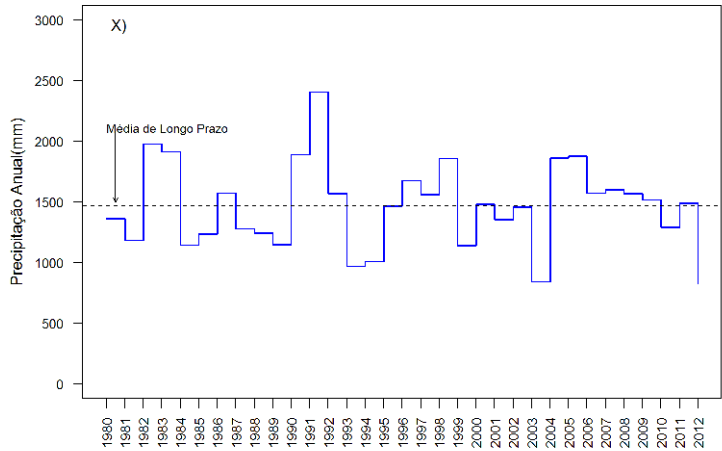
ANAPOLIS



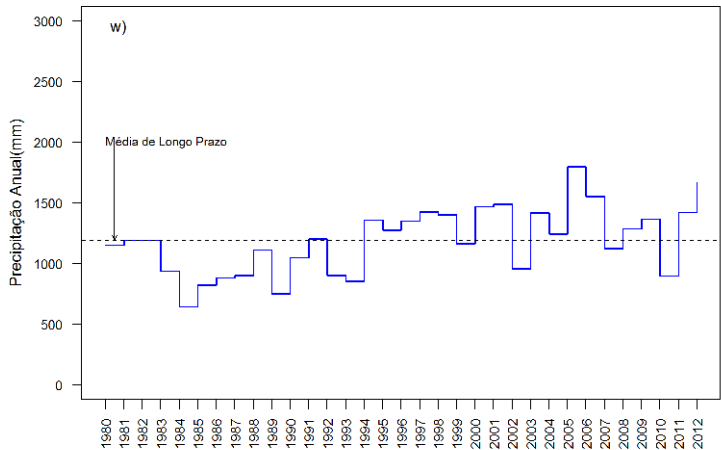
ARUANA



CALDAS NOVAS



ITUMBIARA



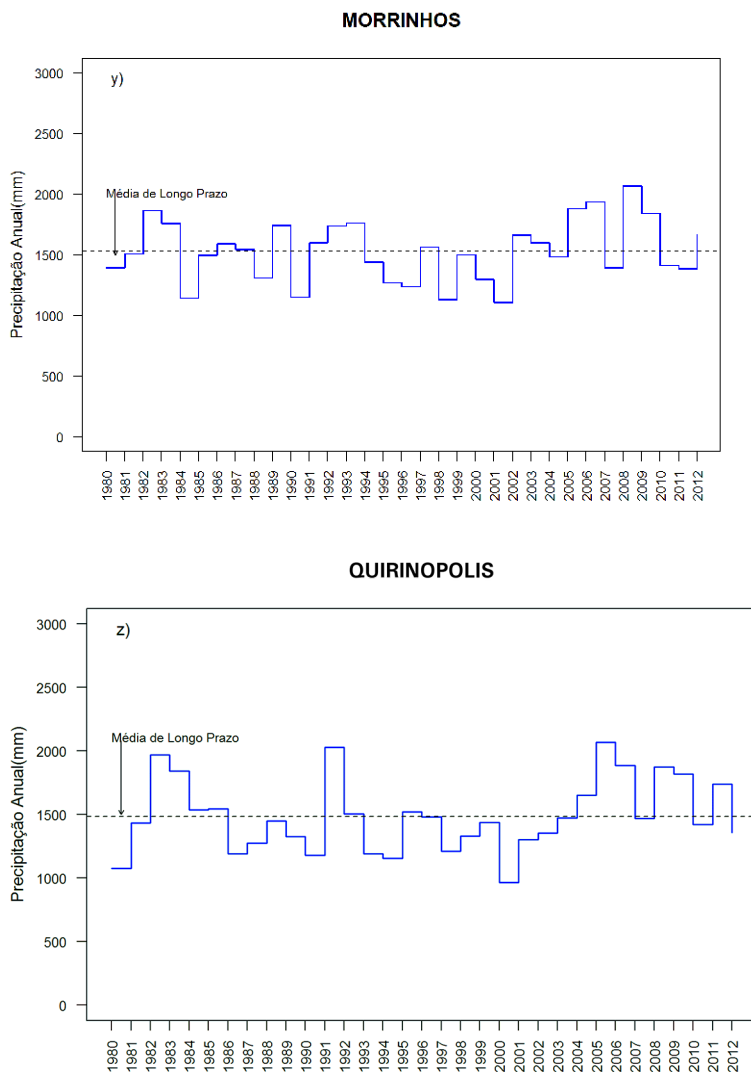


Figura 62. Precipitação pluviométrica anual (mm) para os municípios de a) Bom Jesus de Goiás, b) Varão c) Paraúna, d) Catalão, e) Cristalina, f) Santo Antônio de Goiás, g) Goiânia, h) Aragarças, i) Formosa, j) Ipameri, k) Jataí, l) Pirenópolis, m) Posse, n) Rio Verde, o) Faína, p) Luziânia, q) Porangatu, r) Goiás, s) Caiapônia, t) Monte Alegre de Goiás, u) Anápolis, v) Aruanã, x) Caldas Novas, w) Itumbiara, y) Morrinhos e z) Quirinópolis.

